HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Pelillisyys osana opetusta

Sigma Math –oppimispeli yläkoulun matematiikan opetuksen välineenä

Helsingin yliopisto
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Matematiikan ja tilastotieteen laitos

Aineenopettajan koulutusohjelma
Pro gradu -tutkielma
Matematiikka
tammikuu 2019
Liisa Nieminen

Ohjaaja: Mika Koskenoja

HELSINGIN YLIOPISTO

Tiedekunta - Fakultet - Faculty	Laitos - Institution - Department	
Matemaattis-Luonnontieteellinen	Matematiikan ja tilastotieteen laitos	
Tekijä - Författare - Author Liisa Nieminen		
Työn nimi - Arbetets titel Pelillisyys osana opetusta - Sigma Math -oppimispeli yläkoulun matematiikan opetuksen välineenä		
Title		
Oppiaine - Läroämne - Subject Matematiikka, kasvatustiede		
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Pro gradu -tutkielma / Mika Koskenoja	Aika - Datum - Month and year Tammikuu 2019	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 46 s + 12 s.

Tiivistelmä - Referat - Abstract

Tavoitteet. Tämän tutkimuksen tavoitteena on esitellä oppimispelien ja varsinkin pedagogisten oppimispelien hyötyjä sekä tutkia, miten pedagogisista lähtökohdista suunniteltu oppimispeli toimii käytännössä. Oppimispelejä sekä niiden tuomaa pelillisyyttä kaivataan perusopetuksen opetussuunnitelmankin mukaan kouluihin. Lisäksi matematiikan opetukseen kaivataan matematiikkapuhetta sekä enemmän ongelmanratkaisua. Matematiikan opetuksen haasteena on virhekäsitykset, joita oppilaille saattaa muodostua. Virhekäsitysten ennaltaehkäisemisessä, sekä torjumisessa matematiikan puhuminen on merkittävässä roolissa. Kehittämämme oppimispeli pyrkii osaltaan vastaamaan näihin tarpeisiin. Tässä tapaustutkimuksessa tutkittiin innostaako pedagogisista lähtökohdista suunniteltu oppimispeli matematiikan opiskeluun, saako peli aikaan matikkapuhetta ja antaako peli opettajalle välineen virhekäsitysten tunnistamiseen. Lisäksi tämän tutkimuksen tavoitteena oli saada arvokasta palautetta kehittämästämme pelistä sekä parannusehdotuksia jatkokehitykseen.

Menetelmät. Tutkimus suoritettiin peluuttamalla peliä Maunulan yhteiskoulun 7.–9.luokkalaisilla. Tutkimukseen osallistui yhteensä 43 oppilasta ja 5 opettajaa. Peliä pelattiin noin puolen tunnin verran, jonka jälkeen oppilaat sekä heidän opettajansa täyttivät palautelomakkeen. Lomakkeet koostuivat asteikkokysymyksistä sekä avoimista kysymyksistä. Vastausten perusteella laadin pylväsdiagrammit ja laskin asteikkokysymyksistä keskiarvot. Lisäksi seurasin pelitilanteita ja analysoin seuraamani perusteella, miten peli otettiin vastaan.

Tulokset ja johtopäätökset. Tutkimuksen tuloksena voidaan sanoa, että pedagogisista lähtökohdista suunniteltu oppimispeli Sigma Math tuotti kaivattua matikkapuhetta ja innosti oppilaita, koska oppilaat halusivat pelata peliä uudestaankin. Voidaan siis todeta pelin olevan innostava väline oppimiseen matematiikan tunnilla. Virhekäsityksistä ei tämän tutkimuksen mukaan saatu tietoa. Jatkokehityksen kannalta merkittävin palaute koski vastausajan rajaamista tiimalasilla. Kaiken kaikkiaan peli otettiin hyvin vastaan, se innosti oppilaita puhumaan matematiikkaa ja toi hieman erilaisen näkökulman matematiikan opettamiseen.

Avainsanat - Nyckelord
Pelillisyys, oppimispeli, matematiikka, matematiikkapeli

Keywords

Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited
Helsingin yliopiston kirjasto, Kumpulan tiedekirjasto

Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information

UNIVERSITY OF HELSINKI

Sisällys

1 JOHDANTO ... 1
2 OPPIMISPELIT ... 4
2.1 Pelillisyys ... 4
2.2 Motivaatio ... 5
2.3 Lautapelien hyöty ... 7
2.4 Opettajan rooli oppimispelissä ... 8
2.5 Matikkapelko ... 10
2.6 Matematiikan puhuminen ... 10
2.7 Ongelmanratkaisu ja avoin ongelmanratkaisu ... 12
2.8 Virhekäsitykset ... 13
3 OPPIMISPELI SIGMA MATH ... 15
3.1 Pelin kuvaus ... 16
3.2 Pelilauta ... 18
3.3 Peliohjeet ... 19
3.3.1 Opettajan rooli ja ohjeet ... 19
3.4 Kysymyskortit ... 20
3.4.1 Kysymysten aihealueet ... 22
3.4.2 Kysymystyypit ... 28
4 TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSKYSYMYKSET ... 30
5 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS ... 32
5.1 Aineiston koonti ... 32
5.2 Aineiston analysointi ... 33
6 TUTKIMUSTULOKSET JA NIIDEN TULKINTAA ... 34
6.1 Pelin innostavuus ... 34
6.2 Kysymysten vaikeusaste ... 34
6.3 Virhekäsitykset ... 36
6.4 Matikkapuhe ... 37
6.5 Kehitysideoita ja palautetta ... 38
6.6 Yhteenveto ... 39
7 LUOTETTAVUUS ... 41
8 POHDINTAA ... 42

9 VIITTEET..44

LIITTEET ....
Liite 1 Oppilaan palautelomake ....
Liite 2 Opettajan palautelomake ....
Liite 3 Oppilaan peliohjeet ....
Liite 4 Oppilaan peliohjeet ruotsiksi ....
Liite 5 Opettajan ohje...
Liite 6 Opettajan ohje ruotsiksi...

KUVAT

Kuva 1 Oppilaiden ja opettajan tavoitteiden suhteet toisiinsa (Kansanen)..........6
Kuva 2 Didaktinen kolmio 9
Kuva 3 Kielentämisen vaikutukset muihin...11
Kuva 4 Sigma Math-lautapeli..15
Kuva 5 Sigma Math-pelin pelinappulat 16
Kuva 6 Erikoisnoppa...17
Kuva 7 Sigma Math pelin pelilauta...18
Kuva 8 Kysymyskortit 20
Kuva 9 Esimerkki kysymyskortista...21
Kuva 10 Esimerkki vastauskortista 21
Kuva 11 Esimerkki: Luvut ja laskutoimitukset 23
Kuva 12 Esimerkki: Algebra..23
Kuva 13 Esimerkki: Funktiot-kysymys 24
Kuva 14 Esimerkki: Funktiot-vastaus...24
Kuva 15 Esimerkki: Geometria 25
Kuva 16 Esimerkki: Tilastot ja todennäköisyys 26
Kuva 17 Esimerkki: Random-kysymys..27
Kuva 18 Esimerkki Random-vastaus..27

KAAVIOT

Kaavio 1 Pelin innostavuus...344
Kaavio 2 Random-kysymysten vaikeus 35
Kaavio 3 Kysymysten vaikeus 35
Kaavio 4 Sananselitystehtävien vaikeus..36
Kaavio 5 Lisäsivätkö sananselitystehtävät asian ymmärrystä 37

1 Johdanto

Pelillisyyttä korostetaan sekä matematiikan opettajien koulutuksessa että uudessa opetussuunnitelmassa (POPS 2014), ja kouluissa otetaan kokoajan käyttöön erilaisia pelillisyyden välineitä, kuten tabletteja, piristämään opetusta. Varsinkin matematiikan kohdalla uudessa opetussuunnitelmassa korostetaan leikillisyyttä ja pelillisyyttä. Pelillisyyttä halutaan lisätä, jotta oppilaiden motivaatio opiskeluun kasvaisi ja sitä kautta parantuisivat oppimistulokset.

Erilaisia oppimispelejä kehitetään hurjaa vauhtia, mutta niiden pedagogiset lähtökohdat ovat usein heikkoja, kuten käy ilmi Koskisen, Kankaan ja Krokforsin (Koskien, Kangas, Krokfors 2014) laajasta metatutkimuksesta, jossa oli mukana 35 vuosina 1998-2013 julkaistua artikkelia oppimispeleistä. Tutkimukset olivat keskenään ristiriitaisia ja osa perustui kirjoittajien omiin mielipiteisiin. Lisäksi viidessätoista näistä tutkimuksissa ei ollut lainkaan määritettynä pedagogista lähestymistapaa tai se oli epämääräinen. Tarvetta laadukkaille oppimispeleille näyttäisi siis olevan, ja juuri pedagogisesti perustelluille oppimispeleille.

Näistä syistä lähdimme kehittämään yhdessä toisen matematiikan opettajaksi opiskelevan ystäväni kanssa laadukasta matematiikan oppimispeliä pedagogisista lähtökohdista käsin. Halusimme kehittää pelin, jonka pääasiallinen tarkoitus olisi opettaa tai kerrata matemaattista sisältöä, ja joka toisaalta motivoisi ja innostaisi oppimaan. Lisäksi halusimme lisätä matematiikan puhumista tunneilla, koska käsityksemme mukaan matematiikan puhuminen on vaikeaa jopa yliopisto-opiskelijoiden keskuudessa. Tämä johtunee siitä, että matematiikan käsitteistö on kuin uusi kieli, jotta oppii vain puhumalla. Käsitteistön ymmärtämisen lisäksi ajattelimme, että matematiikan puhuminen ehkäisisi virhekäsitysten muodostumista tai ainakin voisi antaa opettajalle keinon tunnistaa paremmin virhekäsityksiä.

Halusimme peliin ehdottomasti mukaan myös ongelmanratkaisua kehittäviä kysymyksiä, sillä ongelmanratkaisu kehittää mielestämme matemaattista ajattelua ja se on huomioitu myös uudessa opetussuunnitelmassa (POPS 2014).

Valitsimme oppimispelimme kohderyhmäksi yläkouluikäiset, koska matemaattista sisältöä opitaan tuona aikana paljon ja motivaation löytyminen opiskeluun olisi siksi tärkeää. Erään tutkimuksen mukaan juuri yläkouluiän kynnyksellä olevien nuorten, 12 – 13 -vuotiaiden matemaattinen osaaminen ennusti myöhempää menestystä elämässä (Benbow, Aijmand 1990). Myös Tuohilammen ja Hannulan tutkimuksen mukaan yläaste on kriittinen vaihe oppilaiden motivaation kannalta matematiikan opiskelussa (Tuohilampi, Hannula 2013). Motivaation todettiin laskevan yläasteelle siirryttäessä, joten siksikin koimme tärkeäksi valita kohderyhmäksi juuri yläkouluikäiset.

Halusimme kehittää oppimispelin nimenomaan lautapelimuotoon, vaikka paineita digipelien kehittämiseen on tuntuvasti ja toinen meistä opiskeli tietojenkäsittelytiedettä. Digipelien hyödyistä tuntui kuitenkin olevan aika vähän näyttöä ja lautapelien hyödyistä sitä löytyi. Molemmat meistä myös piti lautapelien pelaamista tärkeänä ja kehittävänä toimintana sekä opettajan, että äidin roolissa. Omien lasten sekä ystävien kanssa pelatessa olemme molemmat huomanneet niiden sosiaalisia sekä strategisia taitoja kehittävän vaikutuksen.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on esitellä pelillisyyden hyötyjä ja varsinkin lautapelien pelaamisella saavutettavia hyötyjä ja tutkia, miten pedagogisista lähtökohdista suunniteltu matematiikan oppimispeli Sigma Math toimii osana matematiikan opetusta ja vastaa sille asetettuihin odotuksiin; saako se aikaan kaivattua matematiikkapuhetta ja toimiiko peli opettajalle välineenä tunnistaa oppilaiden virhekäsityksiä. Lisäksi tavoitteena oli kerätä arvokasta tietoa siitä, miten peliä voisi vielä kehittää.

Luvussa 2 esittelen teoreettista taustaa ja tutkimuksia, joiden pohjalta lähdimme kehittämään oppimispeliä. Jokainen valinta pelinkehityksessä pyrki perustumaan pedagogisiin tutkimuksiin ja vastaamaan niissä esitettyihin haasteisiin. Teoriaosuuden pohjana on käytetty OTT-tutkielmaa (Sivén, Nieminen 2016), jonka kirjoitimme Maria Sivénin kanssa kehittäessämme peliä. Kirjoitin teoriaosuuden kuitenkin uudelleen laajentaen sitä.

Luvussa 3 esittelen itse pelin, jonka prototyypin toteutimme testausta varten ja luvussa 4 erittelen tarkemmin tämän tutkimuksen tutkimuskysymykset ja tavoitteet

Kävin peluuttamassa peliä Maunulan yhteiskoulussa eri luokka-asteilla (7.-9.lk) ja keräsin sekä oppilailta että opettajilta palautetta pelistä. Luvussa 5 esittelen tarkemmin tutkimuksen toteutuksen, aineiston keruun sekä analysoinnin menetelmät. Luvussa 6 esitän saamani palautteen ja tämän tutkimuksen tulokset.

2 Oppimispelit

2.1 Pelillisyys

Oppimispelejä on monenlaisia, mutta kaikkien oppimispelien lähtökohtana voidaan pitää pelillisyyttä. Pelillisyys ei tarkoita ainoastaan pelejä ja pelaamista kesken oppitunnin, vaan keskeistä on pelien ja pedagogiikan yhdistäminen (Vesterinen, Mylläri 2014). Tässä ei Koskisen ja muiden tutkimuksen mukaan ole aina onnistuttu, vaan oppimispelien kirjo vaikuttaa olevan todella laaja (Koskien, Kangas, Krokfors 2014). Pelillisyyden mukaan tuominen opetukseen pitäisi olla aina pedagogisesti perusteltua ja tarkoituksenmukaisista, eikä pelillisyyttä saisi sekoittaa pelkkään pelaamiseen. Pelaamisen ja pelillisyyden ero vaikuttaa siis olevan siinä, että pelillisyyteen liittyy vahvasti tarkoitus opettaa. Pelillisyyteen kuuluu myös se, että valittu peli on tarkoin valittu pedagogisista lähtökohdista.

Mäyrä puhuu oppimispelien yhteydessä myös leikillisyydestä, jota voidaan pitää pelillisyyden synonyymina. Mäyrän mukaan leikillisyys sanana kuvaa paremmin sitä asennetta, jota oppimispeleihin halutaan. (Mäyrä 2011)

Oppimispelien avulla opetukseen saadaan pelillisyyttä ja leikillisyyttä, jonka on todettu vaikuttavan positiivisesti oppilaiden motivaatioon (Harviainen, Meriläinen ja Tossavainen 2013) ja sitä kautta oppimistuloksiin (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016). Myös uusin perusopetuksen opetussuunnitelma korostaa pelillisyyttä: sana pelillisyys mainitaan opetussuunnitelmassa 11 kertaa.

Pelillistäminen oppimisessa yhdistetään sosiaalisuuteen, hauskuuteen, innostavuuteen ja asetettujen tavoitteiden saavuttamiseen. Mäyrän mukaan pelillisyys aktivoi ja opettaa ongelmanratkaisukykyä (Mäyrä 2013). Lisäksi pelillistämisellä nähdään olevan motivoiva ja osallistava vaikutus (Harviainen, Meriläinen & Tossavainen 2013).

Pelillissyyttä voidaan Vesterisen ja Myllärin mukaan ajatella kolmesta näkökulmasta. Ensinnäkin pelillisyyden mahdollistaa kouluihin rantautuneet digilaitteet, kuten tabletit ja tietokoneet, jotka voivat jo itsessään luoda pelillisyyden motivoivan vaikutuksen. Monelle nuorelle voi olla palkitsevaa jo se, että työskennellään kannettavalla tietokoneella perinteisten kirjojen sijaan. (Vesterinen, Mylläri 2014)

Toiseksi pelillisyyttä syntyy vuorovaikutuksessa muiden oppilaiden kanssa. Kilpailuasetelma voi toimia motivoivana vaikutuksena ja oppilaat saattavat kehittää itse keksimiään pelejä ja leikkejä oppimisen ohella, jotka tuovat leikillisyyttä oppimiseen. (Vesterinen, Mylläri 2014)

Kolmanneksi pelillisyys voidaan ajatella oppitunnille erikseen tuotuna käsitteenä, jonka tarkoitus on nimenomaan lisätä motivaatiota oppimiseen ja muuttaa opetuksen käytäntöjä. (Vesterinen, Mylläri 2014)

2.2 Motivaatio

Motivaatiota voitaneen kiistatta pitää oppimisen kannalta merkittävänä asiana. Kansasen mukaan kasvatuspsykologian alkuaikoina on ajateltu, että motivaatiota joko on tai sitä ei ole, mutta nykyään puhutaan enemmän motivoimisesta. Opettajan rooli on tässä keskeistä. On tärkeää, että opettaja herättää oppilaiden kiinnostuksen opetettavaan aiheeseen. Kansanen puhuu sisäisestä ja ulkoisesta motivaatiosta. Sisäinen motivaatio on sellaista, joka kumpuaa kiinnostuksesta itse sisältöön. Sisäinen motivaatio ohjaa usein harrastustoimintaa ja kiinnostus lähtee itsestä käsin, ei ulkopuolelta. Ulkoinen motivaatio perustuu usein tavoitteisiin. Opiskelussa juuri ulkoisen motivaation herättäminen on opettajan keskeisiä tehtäviä, koska oppilaalla harvoin on kiinnostusta kaikkiin aineisiin. Tässä Kansanen puhuu tahdonvoimasta ja autonomisesta päätöksestä toimia tietyllä tavalla. Hänen mukaansa ”tavoitteet tulee tuntea, ne pitää hyväksyä ja niiden mukaan tulee toimia” (Kansanen 2004, s.85). (Kansanen 2004, 84-90)

Myös opettajan tavoitteellisuudella on merkitystä oppilaan oppimisen kannalta. Pyrkimys siis olisi, että sekä oppilaalla että opettajalla olisi samat tavoitteet oppimisen suhteen. Jos opettaja on motivoitunut ja asettanut tavoitteet oppimiselle korkealle, mutta oppilas ei ole asettanut tavoitteita, ollaan kuvan 1 mukaan tavanomaisessa tilassa. Tyypillinen harrastuspohjainen opetustilanne on se, että oppilas on asettanut korkeat tavoitteet, mutta opettaja ei. (Kansanen 2004, 84-90)

Opettajan tavoitteisuus korkea	*Tavanomainen*	*Tavoitteinen*
Opettajan tavoitteisuus matala	*Mekaaninen, kvasi-teleologinen*	*Harrastuspohjainen*
	Oppilaiden tavoitteisuus matala	**Oppilaiden tavoitteisuus korkea**

Kuva 1 Oppilaiden ja opettajan tavoitteiden suhteet toisiinsa (Kansanen 2004, s. 87)

Opettajan rooli on siis merkittävä ulkoisen motivaation herättämisessä, joka on oppimisen kannalta merkittävää. Mitä keinoja opettajalla sitten on ulkoisen motivaation herättämiseen? Yksi motivaatiota herättävä keino voi olla pelillisyys.

Opettajan rooli on kuitenkin merkittävä, eikä pelkkä peli välttämättä riitä motivoimaan oppilaita. Pelin ohjeistus ja tulosten yhteenveto on myöskin tärkeää. Pelinaikainen ohjeistuskin saattaa olla tarpeen. (Koskinen, Kangas, Krokfors 2014)

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 korostaa motivointia pelillisyyden avulla: "Leikit, pelillisyys, fyysinen aktiivisuus, kokeellisuus ja muut toiminnalliset työtavat sekä taiteen eri muodot edistävät oppimisen iloa ja vahvistavat edellytyksiä luovaan ajatteluun ja oivaltamiseen". Opetussuunnitelman perusteet nimeää oppimispelit yhdeksi matematiikan opetuksen välineeksi vuosiluokilla 3-6 ja 7-9 ja korostaa niiden vaikutusta motivaatioon. (POPS 2014)

Tuohilammen ja Hannulan tutkimuksessa, Matematiikkaan liittyvien asenteiden kehitys sekä asenteiden ja osaamisen välinen vuorovaikutus 3., 6. ja 9. luokalla, tutkittiin peruskoululaisten matematiikkaan liittyviä asenteita sekä osaamista 3.luokan alussa, 6.luokan alussa sekä 9. luokan lopussa. Asenteista mitattiin oppilaiden matematiikkaan liittyvää pystyvyyden tunnetta sekä matematiikasta pitämistä. Näiden lisäksi mitattiin kuudennella sekä yhdeksännellä luokalla matematiikkaan liittyvää ahdistusta sekä matematiikan kokemista hyödylliseksi. Tutkimuksessa todettiin matematiikasta pitämisen laskevan jo alakoulun puolella, mutta osaamisen kokemuksen eli pystyvyyden laskevan huomattavasti vasta yläkoulun puolella. Yläkoulussa lisääntyi myös ahdistus matematiikkaa kohtaan. Tutkimuksen mukaan ei saatu vahvistusta siitä, että osaaminen olisi seurausta asenteista, mutta toisinpäin näyttäisi ainakin olevan. Asenteisiin näyttäisi siis voivan vaikuttaa osaamisen avulla. (Tuohilampi, Hannula 2013)

Iso-Britanniassa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin matematiikan taitojen kehityksen laskevan tultaessa yläkouluun ja taitojen eriytyvän (Ryan, Williams 2007). Vaikuttaisi siltä, että yläkoulu on kriittinen vaihe matematiikan opiskelun kannalta.

Pisa15 Ensituloksia raportista käy ilmi, että oppilaiden sisäinen motivaatio luonnontieteitä kohtaan on laskenut ja tällä on ollut yhteys suorituksen alentumiseen verrattuna vuoden 2006 Pisa-tuloksiin, jolloin luonnontieteet olivat myös pääosassa. (Vettenranta, Välijärvi ym. 2016)

Vaikuttaa siis siltä, että oppilaiden motivaatioon vaikuttaa se, kuinka hyvin he pärjäävät kyseisessä oppiaineessa. Jos halutaan vaikuttaa tuloksiin, pitäisi siis antaa oppilaille onnistumisen kokemuksia. Tämä toisi motivaatiota opiskeluun.

2.3 Lautapelien hyöty

Lautapeleissä pelaajat pääsevät kommunikoimaan toistensa kanssa ja heillä on jotain konkreettista tekemistä. Pelaamiseen tarvitaan yleensä ainoastaan pöytä, jonka ääreen kokoontua.

Lautapelin pelaaminen on parhaimmillaan lähikehityksen vyöhykkeellä toimimista. Vygotskin lähikehityksen vyöhykkeellä tarkoitetaan oppimistilannetta, jossa oppija pystyy suoriutumaan annetuista tehtävistä joko yhteistyössä osaavamman aikuisen tai taitavamman vertaisoppijan kanssa. Lautapelin pelaaminen joukkueena on verrattavissa tähän tilanteeseen. Tarkoitus on, että oppija pystyy lähikehityksen vyöhykkeen jälkeen itsenäisesti suoriutumaan tehtävistä. Varsinkin matikkapelkoisille (2.5) joukkueena toimiminen saattaa aluksi olla lähikehityksen vyöhykkeellä toimimista ja jossain vaiheessa he saattavat uskaltaa pelata omatoimisesti.

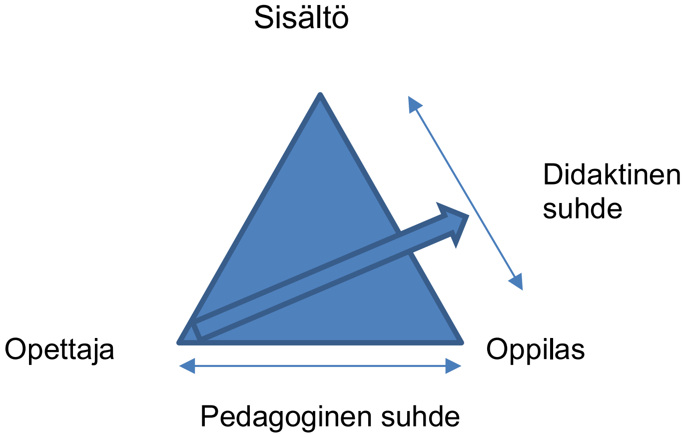
Ramanin tapaustutkimuksessa tutkittiin lautapelien pelaamisen vaikutusta oppimistuloksiin. Siinä esikouluikäisiä peluutettiin lautapelillä tietty määrä viikossa ja heidän numerokäsityksensä muodostusta verrattiin verrokkiryhmään, jotka eivät päässeet pelaamaan. Pelin aikana aikuinen ohjasi pelitilannetta ja saattoi auttaa sanallisesti lasta käsitteen kanssa. Tutkimuksen mukaan lasten numerokäsitys parani verrattuna verrokkiryhmään, joka sai ainoastaan opetusta. Lisäksi tutkimuksessa kartoitettiin koulumenestyksen yhteyttä kotona pelattuihin peleihin. Sen mukaan esikouluikäisillä, joiden kodeissa pelataan paljon lautapelejä, on vahvempi käsitys numeroista ja peruslaskutoimituksista, kuin verrokeilla. Mielenkiintoista tutkimuksessa oli, että vaikka kodeissa olisi pelattu digipelejä, se ei korreloinut menestyksen kanssa kuten lautapelit. Lautapelien hyöty saattaakin perustua juuri kommunikaatioon pelin äärellä. (Ramani 2008)

2.4 Opettajan rooli oppimispelissä

Opettaja voi toimia monella eri tavoin oppimispelitilanteessa. Hän voi olla pelkkä sivusta seuraaja, aktiivinen osallistuja tai tarpeen mukaan osallistuva toimija. Opettajan osallisuudeksi voidaan tulkita myös pelin ohjeistus alussa tai erotuomarina toimiminen. Opettajan osallisuuden asteita oppimispeleissä on siis monia. Koskisen, ym. metatutkimuksen mukaan opettajan rooli oli oppimispeleissä usein aktiivinen ja varsinkin pelinaikainen ohjaaminen ”lisäsi oppilaiden tiedon rakentamista sekä vähensi pelitilanteeseen kuulumatonta puhetta” (Koskinen, Kangas, Krokfrors 2014).

On tärkeää, että opettaja on lähellä tavoitettavissa ja tarvittaessa ohjaamassa pelitilannetta. Koskinen, ym. toteavatkin, että ”Osallistavassa pedagogiikassa opettajan ohjaava rooli korostuu erityisesti silloin, kun tietoa tarkastellaan kriittisesti” (Koskinen, Kangas, Krokfors 2014). Varsinkin oppilaiden pohtiessa sanaselitystehtävän vastauksen oikeellisuutta, on opettajan rooli merkittävä. Oppilaat eivät välttämättä ole samaa mieltä siitä, onko vastaus oikea tai riittävä, ja tällöin tarvitaan tuomaria. Toisaalta keskustelu vastauksen oikeellisuudesta voi selventää asiaa sekä itse vastaajalle, että muille pelaajille. Samalla syntyy arvokasta matikkapuhetta (2.6).

Opettajan, oppilaan ja oppimisen välisiä suhteita kuvaa didaktisen kolmion malli (kuva 2), jossa kolmion kärkinä ovat opettaja, oppisisältö ja oppilas. Kärkipisteiden välillä voidaan ajatella olevan erilaisia vuorovaikutussuhteita, joita voidaan tutkia. Opettajan ja oppilaan välillä vallitsee pedagogisen suhde. Opettajan työn kannalta mainitsemisen arvoisin piirre pedagogisessa suhteessa on sen vapaaehtoisuuteen perustuminen. Pedagogiseen suhteeseen ei voi pakottaa, joten oppilaan oppiminen edellyttää jonkinlaista motivointia. Opettajan ja oppisisällön välistä suhdetta voidaan nimetä aineenhallinnaksi. Opettaja hallitsee yleensä opetettavan aineensa hyvin. Opettajan tehtävä on saada oppilas ymmärtämään opetettavaa ainetta. Tätä opettajan ja oppilaan oppimisen välistä suhdetta nimitetään didaktiseksi suhteeksi. Didaktisessa suhteessa on siis kysymys siitä, että opettaja ohjaa oppimista jonkin tavoitteen aikaansaamiseksi. (Kansanen 2004, s.60-72)



Kuva 2 Didaktinen kolmio (Mukailtu kahdesta kuvasta teoksessa Kansanen 2004, s.66 ja s.68)

Opettaja tekee jatkuvasti sekä pedagogisia että didaktisia valintoja opettaessaan. Yksi valinta voisi olla opettaminen pelillisyyden avulla. Näin opettaja voi yrittää luoda motivaatiota opiskeluun. Opettaja valitsee myös mitä opetettavaa sisältöä pelillä opetetaan. Tärkeää oppimispelien kannalta olisikin, että peli ja sen sisältö valittaisiin opettamaan valikoitua sisältöä, eikä pelkästään pelillisyyden vuoksi.

2.5 Matikkapelko

Matematiikkapelolla tarkoitetaan sellaisia pelon ja jännittyneisyyden tuntemuksia, jotka vaikeuttavat tai häiritsevät matematiikan opiskelua. Tällaiset tuntemukset voivat esimerkiksi vaikeuttaa tehtäviin ryhtymistä tai ylipäätään laskemista ja numeroiden käsittelyä. (Newstead 1998)

Matematiikkapelko vaikeuttaa selvästi matematiikan oppimista ja on suuri haaste opettajan näkökulmasta. Hankalaksi asian tekee sen, ettei matematiikkapelkoa ole välttämättä helppo havaita. Jatkossa kutsun matematiikkapelkoa lyhyemmin nimellä matikkapelko.

Opettajan on hyvä tiedostaa matikkapelon olemassaolo ja se, miten matikkapelkoisia voidaan auttaa. Matikkapelon kehittymisen kannalta kriittisin ajanjakso on n. 9–11-vuoden iässä, eikä se lähde itsestään pois (McLeod, Grows 1992). Opettajan olisi siksi hyvä osata tunnistaa matikkapelko mahdollisimman varhain ja puuttua siihen.

Matikkapelkoa voidaan tutkitusti vähentää ryhmätyöskentelyn, ymmärtämistä korostavan opetuksen sekä ongelmista keskustelun avulla. (Tobias 1990)

Matikkapelkoa on koettu helpottavan myös matematiikan harjoittaminen tehtävien avulla, joita oppilas ei itse miellä matematiikaksi (Hannula 2016). Tällaiseen ovat oppimispelit yksi hyvä vaihtoehto. Oppimispelissä oppilas keskittyy pelaamiseen ja sosiaaliseen toimintaan, eikä välttämättä huomaa opiskelevansa matematiikan sisältöjä.

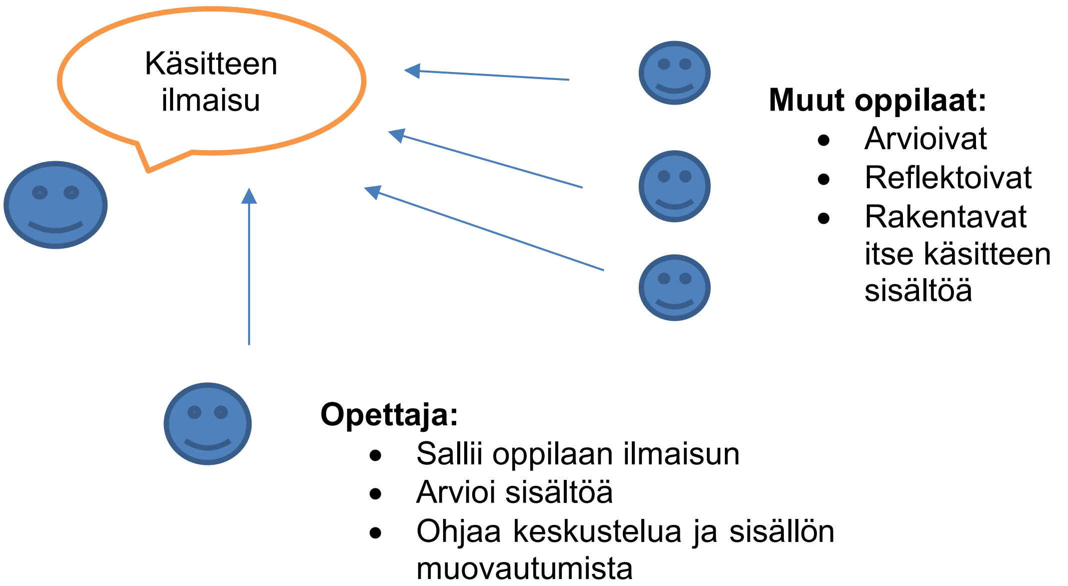
2.6 Matematiikan puhuminen

“'Matematiikan kielentäminen auttaa oppilasta jäsentämään ajatteluaan, ja toisaalta sen avulla oppilaan oma ajattelu tulee näkyväksi muille" (Joutsenlahti, Jorma 2003).

Joutsenlahden mukaan matematiikan puhuminen auttaa oppilasta jäsentämään sekä syventämään matemaattista ajatteluaan (Joutsenlahti 2003). Jokainen on varmasti huomannut, että selittäessään toiselle juuri oppimaansa, saattaa huomata puutteita omissa käsityksissään. Toiselle selittäminen usein myös auttaa hahmottamaan asian paremmin. Vaikuttaa siis olevan selvää, että matematiikan tunneille kannattaa järjestää enemmän aikaa puhumiselle. Kun matematiikkaa puhutaan, voi myös virheelliset käsitykset matematiikasta helpommin tunnistaa. Lisäksi matematiikan puhuminen voisi auttaa matikkapelkoisia (2.5).

Joutsenlahti korostaa kielentämisen merkitystä matemaattisen käsitteen konstruointiprosessissa. Hänen mukaansa oppilas joutuu reflektoimaan ja jäsentämään matemaattista ajatteluaan selittäessään käsitettä muille. Myös muut oppilaat hyötyvät matemaattisten käsitteiden kielentämisestä, sillä he voivat verrata käsitteen sisältöä omaan käsitykseensä. (Joutsenlahti 2013)

Kuvassa 3 kuvataan kielentämisen vaikutuksia muihin luokkahuoneessa toimijoihin.



Kuva 3 Kielentämisen vaikutukset muihin (Kuva on tehty mukaillen Joutsenlahden kirjasta löytyvästä kuvasta, Joutsenlahti 2013)

Joutsenlahti pitää matematiikan kielentämistä tärkeänä myös opettajan kannalta. “Jos opettaja kannustaa oppilasta matematiikan tunneilla myös epäformaalin kielen käyttöön eli kertomaan ajatuksistaan omin sanoin , niin tällöin opettaja pääsee kaikkein lähimmäksi oppilaan ajattelua” (Joutsenlahti 2013). Tätä voidaan pitää tärkeänä virhekäsitysten huomaamisen kannalta.

2.7 Ongelmanratkaisu ja avoin ongelmanratkaisu

Ongelmanratkaisua pidetään hyvin merkittävänä osana matematiikkaa. Pólya nimeää sen jopa matematiikan ytimeksi (Pólya1948). Ongelmanratkaisun on todettu kehittävän yleisiä tiedollisia valmiuksia, edistävän luovuutta ja motivoivan matematiikan opiskelua. Lisäksi se nähdään osana matemaattista soveltamista. (Pehkonen, Pekama, Seppälä 1991)

Haapasalon mukaan ongelmanratkaisu on itseisarvo, jota pitäisi tehdä jo siitä syystä että ongelmanratkaisukyky kehittyy (Haapasalo 2004).

Ongelmanratkaisun merkitystä korostetaan myös perusopetuksen opetussuunnitelman laaja-alaisen osaamisen tavoitteissa. Ensimmäisen tavoitteen, ajattelu ja oppimaan oppiminen, mukaan “Ajattelun taitoja kehitetään lisäksi luomalla monimuotoisia tilaisuuksia itsenäiseen ja yhteiseen ongelmanratkaisuun, argumentointiin, päättelyyn ja johtopäätösten tekemiseen sekä asioiden välisten vuorovaikutussuhteiden ja keskinäisten yhteyksien huomaamiseen ja siten systeemiseen ajatteluun“ (POPS 2014). Ongelmanratkaisu nimetään myös useiden oppiaineiden tavoitteisiin. Ongelmanratkaisu ja erilaisten strategioiden käyttö huomioidaan jo 6.luokan päättöarvioinnissa. Vuosiluokkien 7-9 tavoitteissa ei mainita ongelmanratkaisua, mutta samaa asiaa tarkoittanee algoritminen ajattelu, joka tarkoittaa ongelman pilkkomista palasiin ja ongelmanratkaisuvaiheiden hahmottamista. 9.luokan päättöarvioinnin hyvän osaamisen (8) kriteereissä kuitenkin mainitaan ongelmanratkaisu ja oppilaalta odotetaan kykyä “jäsentää ongelmia ja ratkaista niitä hyödyntäen matematiikkaa” (POPS 2014). Lisäksi matematiikan tavoitteisiin liittyvissä keskeisissä sisältöalueissa vuosiluokilla 7-9 korostetaan loogista ajattelua ja päättelykykyä. (POPS 2014)

Avoin ongelmanratkaisu tarkoittaa ongelmanratkaisua, jossa joko ratkaisuprosessi on avoin tai vastaus on avoin. Ratkaisuprosessin avoimuudella tarkoitetaan sitä, että etukäteen ei ole määritetty keinoja, jolla vastaukseen pitäisi päätyä. Tehtävä voidaan siis ratkaista usealla eri tavalla. Vastauksen avoimuus tarkoittaa nimensä mukaan sitä, että tehtävään on useampi oikea vastaus.

LUMA SUOMI -kehittämisohjelmaan kuuluvassa Ymmärrystä ongelmanratkaisuun -hankkeessa on testattu avoimia ongelmia ja huomattu, että vaikka aiemmin on totuttu yhden vastauksen tehtäviin, niin oppilaat tottuivat nopeasti monen vastauksen mahdollisuuteen. Lapset kertoivat avoimien ongelmien jopa poistavan suoritusahdistusta, joka on erittäin positiivista matikkapelkoisten (2.5) kannalta. (Luma 2016)

Opettajan rooli on avoimissa ongelmissa tärkeä. Opettajan tehtävä on ohjeistaa alussa, ohjata tehtävän aikana ja koota lopuksi yhteen ongelmanratkaisuprosessissa esille tulleet asiat sekä erilaiset ratkaisumenetelmät. Hankkeen mukaan avoimet ongelmat tarjoavat myös mahdollisuuden eriyttää opetusta. (Luma 2016)

2.8 Virhekäsitykset

Virhekäsitykset tarkoittavat oppilaiden käsitteiden ymmärryksessä olevia puutteita tai virheellisyyttä, jonka johdosta he tekevät systemaattisesti virheitä samoissa kohdissa. Opettajan on kuitenkin hankala erottaa oppilaiden tekemistä virheistä virhekäsityksiä, kuten Ryanin ja Williamin laajassa vuonna 2005 Iso-Britanniassa tehdyssä tutkimuksessa, joka kattoi 15 000 4-15-vuotiasta, todetaan. Heidän tutkimuksensa mukaan oppilaiden osaamisessa oli monen vuoden ero, joka kasvoi peruskoulun loppuun asti. Peruskoulun lopusta yläkoulun loppuun matematiikan osaaminen ei enää kehittynyt samaa tahtia, kuin aikaisemmin. (Ryan, Williams 2007)

Voisiko virhekäsitykset olla yksi syy siihen, että erot matematiikan osaamisessa kasvavat jopa monen vuoden mittaisiksi?

Sadlerin ja Sonnertin tutkimuksessa todetaan, että opettajan virhekäsitysten tuntemuksella on yhteys oppilaiden menestymiseen. Tutkimuksessa testattiin oppilaiden käsitteiden osaamista luonnontieteissä. Osalla opettajista oli aineenhallinnan lisäksi tietoa yleisistä virhekäsityksistä luonnontieteen käsitteisiin liittyen. Tutkimuksen mukaan näiden ryhmien oppilaat oppivat käsitteet paremmin kuin oppilaat, joiden opettajalla oli pelkästään aineenhallinta. (Sadler, Sonnert 2016)

Yleisten virhekäsitysten tunteminen on siis tärkeä taito opettajille ja oppilaiden menestyksen edellytys.

3 Oppimispeli Sigma Math

Pelin esittelyssä on käytetty otteita OTT-tutkielmasta (Sivén, Nieminen 2017)

Kuva 4 Sigma Math-lautapeli

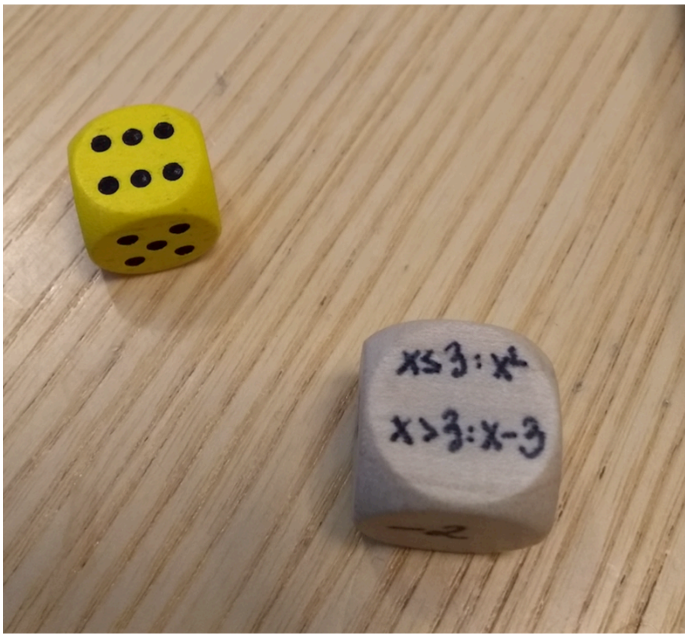
3.1 Pelin kuvaus


Kuva 5 Sigma Math-pelin pelinappulat

Lautapelissä oppilasryhmät (1-3 hlö/ryhmä, max.5 ryhmää/peli) kulkevat pelilaudalla noppaa heittäen ja shakista tuttua hevos-pelinappulaa (kuva 5) siirtäen. Pelilaudan etenemisruudut ovat värikoodattuja ja ryhmä vastaa peliruudun osoittaman värin mukaiseen kysymykseen. Värejä ja siis aihealueita kysymyksissä on kuusi kappaletta. Aihealueet kysymyksiin on valittu uusimman perusopetuksen opetussuunnitelman mukaisiksi. Oikein vastaamalla ryhmä ansaitsee pelimerkkejä. Kunkin aihealueen ruudut on värikoodattuja, ja oikein vastaamalla saa kyseisen aihealueen pelimerkin ja saa heittää uudelleen. Väärästä vastauksesta vuoro siirtyy seuraavalle joukkueelle

Laudassa on myös erilaisia etenemiseen vaikuttavia ruutuja, kuten kahdella nopalla heittäminen, vuoron väliin jääminen sekä toiselle puolelle pelilautaa joutuminen, joten pelilaudalla liikkuminen harjaannuttaa strategisia taitoja. Kun pelaaja osuu kahden nopan ruutuun, hän heittää tavallisen nopan lisäksi erikoisnoppaa (kuva 6). Erikoisnoppa itsessään opettaa muuttujan, potenssin sekä epäyhtälön käsitettä. Erikoisnopassa on nimittäin yhdellä tahkolla kaksi epäyhtälöä, jossa muuttuja x on tavallisen nopan silmäluku. Jos silmäluku on kolmonen tai pienempi, etenemismäärä on nopan silmäluku potenssiin kaksi. Jos taas suurempi kuin kolme, vähennetään silmäluvusta 3. Muilla erikoisnopan tahkoilla on lisäyksiä tai vähennyksiä silmäluvusta.

Kerättyään kaikki eriväriset pelimerkit, suuntaa ryhmä kaikille yhteiseen Sigma -maaliruutuun. Ensimmäinen ryhmä, joka pääsee kaikkien pelimerkkien kanssa maaliin, voittaa pelin.



Kuva 6 Erikoisnoppa

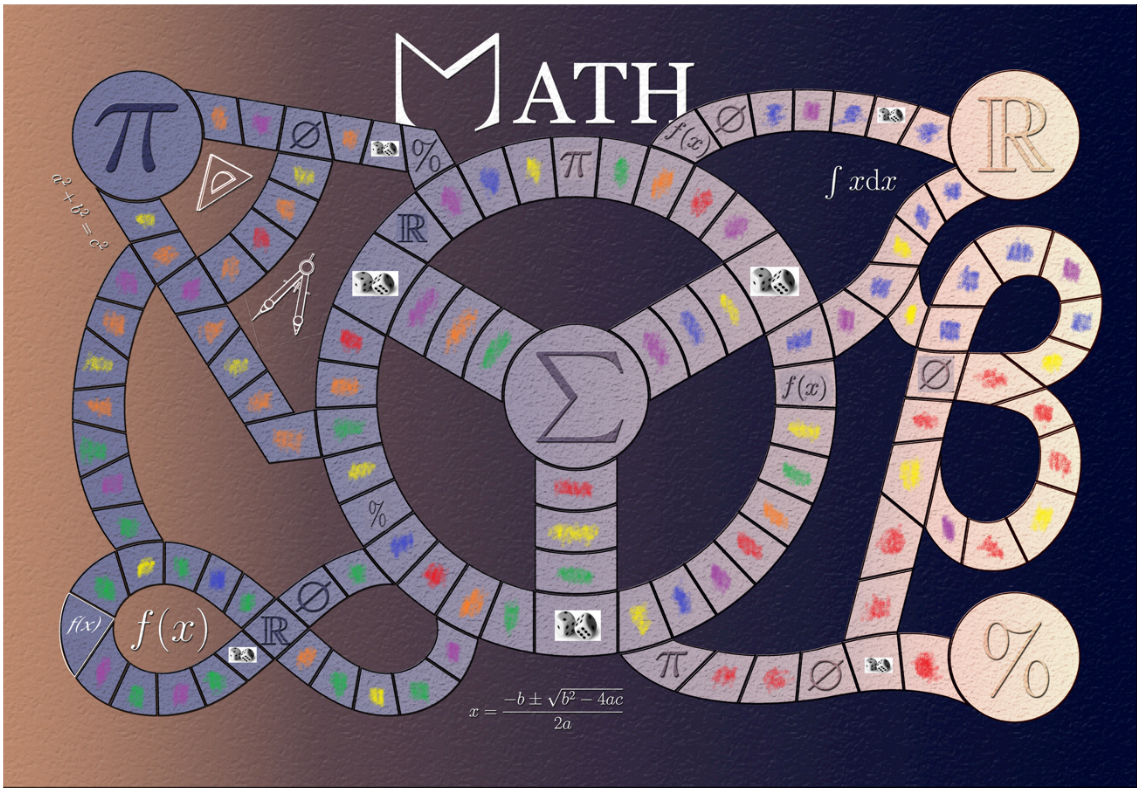
Ryhmänä pelatessa oppilaiden täytyy kommunikoida ja suunnitella yhdessä etenemistä. Ryhmässä toimiessaan myös matikkapelkoisille (2.5) tulee mahdollisuus osallistua matalalla kynnyksellä peliin. Ryhmänä kysymyksiin vastaaminen tukee myös matikkapuheen (2.6) syntymistä.

Peliin sisältyy 224 kysymyskorttia, joiden takana on vastaukset perusteluineen. Kysymyskorttien on tarkoitus kattaa koko yläkoulun opetussuunnitelman mukaiset asiat. Peli toimii siis parhaiten kertauksena yhdeksäsluokkalaisille. Halusimme kuitenkin, että peliä voidaan pelata jo aiemmin ja että kysymyskortit voisivat toimia uuden asian opettajinakin. Siksi suunnittelimme kahdet peliohjeet peliä varten. Toinen on kertauspeli kaikilla kysymyksillä ja toinen pistepeli, johon voidaan ottaa mukaan valittu määrä kysymyksiä.

3.2 Pelilauta

Pelilauta (kuva 7) koostuu neljästä eri lähtöruudusta, joiden kuvakkeet liittyvät matematiikkaan: pii, reaalilukujen joukko, funktio ja prosentti, keskellä olevasta maaliruudusta, värikoodatuista peliruuduista sekä etenemiseen vaikuttavista ruuduista. Laudalla liikkuminen tapahtuu nopan silmälukujen mukaisesti, mutta liikkumisreittejä laudalla on useita. Kysymysalueet ovat painotetumpia eri suunnissa, joten laudan eri osiin liikkuminen on melkein välttämätöntä. Oppilaat joutuvat suunnittelemaan etenemistään ja pelilauta tarjoaa myös mahdollisuuden todennäköisyyksien hahmottamiseen. Esimerkiksi oikealla ylälaidalla liikuttaessa on todennäköisempää saada itselleen sininen pelimerkki.

Pelilauta sisältää myös paljon matemaattisia symboleita ja ylöspäin eriyttävää tietoa, jonka tarkoitus on saada oppilaat kiinnostumaan matematiikasta. Esimerkiksi toisen asteen yhtälön ratkaisukaava voi olla jännittävä asia yläkouluikäisille.



Kuva 7 Sigma Math pelin pelilauta

3.3 Peliohjeet

Oppilaiden peliohjeet esitetään liitteessä 3. Saimme yhteistyökumppaniksi äidinkieleltään ruotsinkielisen matematiikan opiskelijan kääntämään osana ruotsin opintojaan pelin kokonaisuudessaan ruotsiksi. Pelilautahan toimii sellaisenaan missä vaan maassa, mutta kysymykset, vastaukset ja peliohjeet piti kääntää ruotsin kielelle. Ruotsinkieliset peliohjeet liitteessä 4.

3.3.1 Opettajan rooli ja ohjeet

Halusimme opettajan roolin olevan aktiivinen ja osallistuva. Kuten kappaleessa 2.4 todetaan, on oppilaan kannalta tärkeää, että opettaja on lähellä ja tarpeen vaatiessa osallistuu peliin ja ohjaa pelitilannetta. Opettajan rooli on tärkeä oppilaiden motivaation (2.2) herättämisessä. Siksi on tärkeää ohjeistaa pelin alku kunnolla ja luoda pelille näin hyvät puitteet. Vastausten tarkistuksessakin on tärkeää, että opettaja osallistuu tarpeen vaatiessa ja korjaa oppilaiden käsitteitä, jottei virhekäsityksiä (2.8) pääse syntymään.

“Opettaja ensisijaisesti ohjeistaa, suorittaa formatiivista arviointia kuuntelemalla oppilaiden puhetta, tekee mahdollisia korjausliikkeitä opetuksessaan, kykenee kuulemansa perusteella yksilöimään opetusta oppilaskohtaisemmin. Opettaja siis ohjeistaa, arvioi ja kehittää. Toki myös havaitessaan turhautumista, opettaja vinkkaa oppilaille oikeaa suuntaa.” (Opettajan ohje, liite 5)

”Opettaja voi halutessaan ohjeistaa oppilaat pelaamaan vain yhden aihealueen korteilla. Tällöin peli toimii juuri opitun asian kertauksena. Opettajan tehtävänä on tällöin ohjeistaa oppilaat nostamaan samanvärisen pelikortin peliruudun väristä riippumatta.” (Opettajan ohje, liite 5).

Opettajan tehtävä on siis valita, kumpaa versiota pelistä pelataan ja mitä kortteja otetaan peliin mukaan. Tämä valinta liittyy didaktisen kolmion (kuva 2) opettajan ja oppiaineen suhteeseen, jonka avulla syntyy opettajan ja oppilaan didaktinen suhde (2.4). Opettajan valinnoilla on keskeinen merkitys myös motivaation (2.2) heräämisessä. Kysymykset, jotka peliin otetaan mukaan voivat olla osaksi aiheista, joita ei olla vielä käyty läpi, mutta jos 7.luokkalaiset pelaavat peliä kaikilla korteilla, saattaa motivaatio peliin kadota liiallisen haastavuuden takia.

Opettajan työtä helpottamaan on opettajan ohjeessa jaoteltu kysymykset aiheiden mukaan. Ajatus tässä oli, että opettaja voi helposti numeroiduista kysymyksistä poistaa kysymykset, jos kyseistä aihealuetta ei olla vielä käsitelty. Opettajan ohjeet esitetään liitteessä 5.

3.4 Kysymyskortit

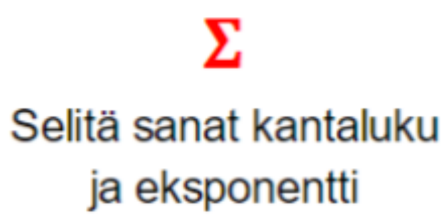
Kysymyskortit on suunniteltu tasaisesti kattamaan koko perusopetuksen opetussuunnitelman mukaiset aiheet. Korttien pääideana on tuottaa matikkapuhetta, jonka on todettu auttavan opittujen asioiden eheytymisessä ehjiksi kokonaisuuksiksi (2.6). Lisäksi pelin avulla pääsee mittelemään matikkatiedoilla sekä kertaamaan perusasioita. Osa korteista tarjoaa myös ylöspäin eriyttävää materiaalia ikäryhmästä riippuen. Kysymyskortit on lajiteltu aiheittain opettajan ohjeessa (liite 5).

Kuva 8 Kysymyskortit

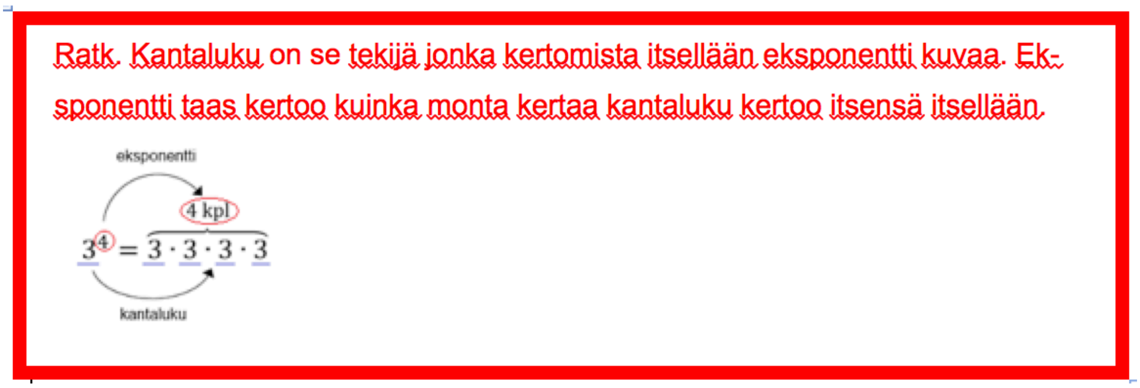
Kysymyskortit sisältävät laskujen lisäksi sekä alias -tyyppisiä selityskortteja että ongelmanratkaisukortteja. Halusimme mahdollistaa ongelmanratkaisun mukaan tuomisen matematiikan oppitunneille, koska ongelmanratkaisu ja varsinkin avoimet ongelmat ovat arvokkaita matemaattisen ajattelun kehittymisen kannalta, kuten luvussa 2.7 todettiin. Alias -tyyppinen sananselitys taas tukee matikkapuheen muodostusta, joka puolestaan antaa oppilaille mahdollisuuden oman matemaattisen ajattelun jäsentymiseen kuten luvussa 2.6 todettiin sekä saattaa ehkäistä virhekäsitysten (2.8) muodostumista.

Virhekäsitysten ehkäisemiseksi lisäsimme jokaisen kortin toiselle puolelle tarkkaan mietityn mallivastauksen. Opettaja ei voi olla kuulemassa kaikkia pelaajia samanaikaisesti, varsinkin jos pelejä on käynnissä samanaikaisesti useita tai jos opettaja käyttää peliä apuna eriyttämisessä suuntaan tai toiseen.

Koimme, että selkeän ratkaisun antaminen tukee oppilaiden oppimisprosessia ja estää näin virhekäsitysten (2.8) syntymisen. Kuvissa 9 ja 10 on esimerkki kysymyksestä ja ratkaisusta, jossa ratkaisukortin tarkoitus on opettaa uusi asia, jos sitä ei ole vielä ehditty käymään tunnilla läpi.



Kuva 9 Esimerkki kysymyskortista



Kuva 10 Esimerkki vastauskortista

3.4.1 Kysymysten aihealueet

Jaoimme kysymykset kuuteen aihealueeseen pohjautuen perusopetuksen opetussunnitelman mukaisiin matematiikan tavoitteisiin liittyviin keskeisiin sisältöalueisiin (S1-S6) vuosiluokilla 7-9. Aihealueet ja korttien värit kysymyskorteissa ovat:

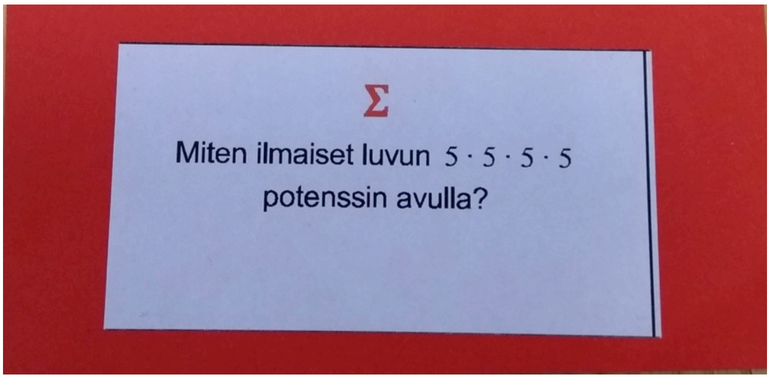
1. Luvut ja laskutoimitukset (Punainen)
2. Algebra (Keltainen)
3. Koordinaatisto ja funktiot (Vihreä)
4. Geometria (Oranssi)
5. Tilastot ja todennäköisyys (Sininen)
6. Random (Lila).

Korttien värit pyrimme valitsemaan mahdollisimman paljon yhteneviksi yleisimpien kirjasarjojen käyttämien värien mukaan, mutta sisältöjä emme halunneet nimetä minkään yksittäisen kirjasarjan mukaisiksi, vaan päädyimme käyttämään opetussuunnitelman matematiikan keskeisten sisältöalueiden jakoa.

Luvut ja laskutoimitukset vastaavat sisällöltään ja nimeltään S2 sisältöaluetta, joka pitää sisällään peruslaskemista luvuilla, potenssien laskemista, prosenttien laskemista, jaollisuutta, käänteisluvut ja itseisarvon sekä pyöristämisen.

Esimerkki 1. Sinulla on 20€ rahaa ja yksittäinen ostos on 3€. Kuinka monta tällaista ostosta saat ostettua? (Ratk. Kuusi kappaletta, eli $3 \cdot 6 = 18$*. Seitsemään kappaleeseen ei riitä rahat, koska* $3 \cdot 7 = 21$*)*

Esimerkki 2. Paljonko on luvun ja sen vastaluvun summa? (Ratk. 0)



Kuva 11 Esimerkki: Luvut ja laskutoimitukset

Algebra-kysymykset vastaavat sisällöltään ja nimeltään S3 sisältöaluetta, joka pitää sisällään muuttujan käsitteen, polynomien yhteen-, vähennys- ja kertolaskua sekä potenssien laskukaavat”.

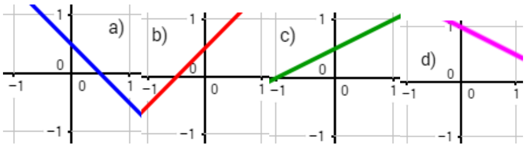
Esimerkki 3. Ovatko luvut 2^4 *ja* 3^4*samankantaisia potensseja? (Ratk. Eivät ole (kantaluvut ovat 2 ja 3))*

Esimerkki 4. Sievennä $a^4 \cdot a^2$ *(Ratk.* a^6 *)*

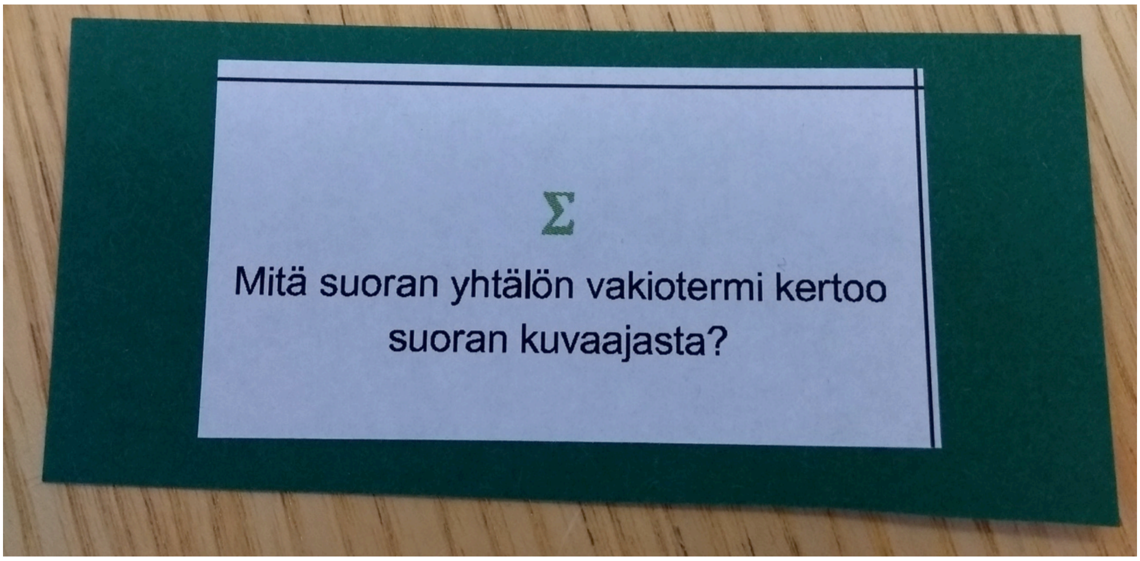
Kuva 12 Esimerkki: Algebra

Funktiot vastaavat sisällöltään ja nimeltään S4 sisältöaluetta, joka pitää sisällään suoran kulmakertoimen ja vakiotermin käsitteet sekä kuvaajan tulkintaa.

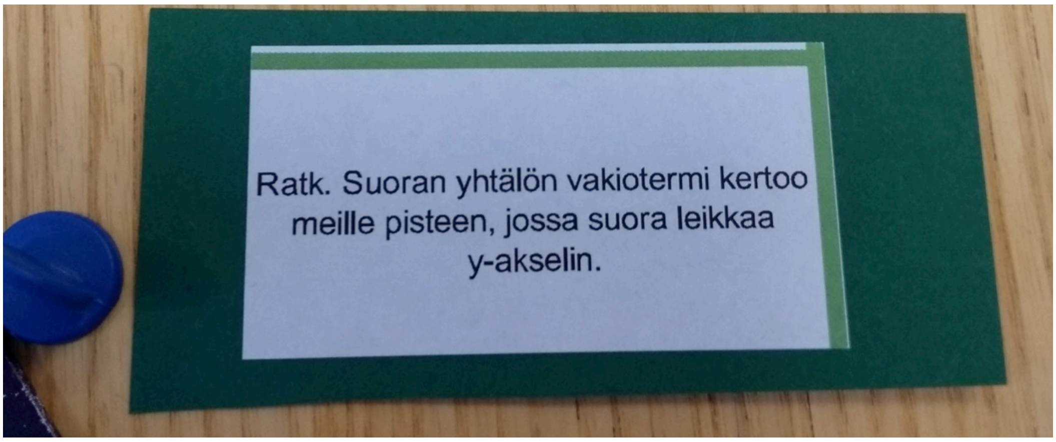
Esimerkki 5. Mikä seuraavista kuvaajista on suoran y = x + 0,5 kuvaaja? (Ratk. kuvan b suora)



Esimerkki 6. Mikä on suoran y = 5 - x kulmakerroin? (Ratk. -1)



Kuva 13 Esimerkki: Funktiot-kysymys



Kuva 14 Esimerkki: Funktiot-vastaus

Geometria-kysymykset vastaavat sisällöltään ja nimeltään S5 sisältöaluetta, joka pitää sisällään kappaleiden pinta-aloja ja piirejä sekä yksikönmuunnoksia.

Esimerkki 7. Mistä tunnistaa kolmion hypotenuusan? (Ratk. Hypotenuusa on suorakulmaisen kolmion pisin sivu, jota vastaa kolmion isoin kulma (suorakulma))

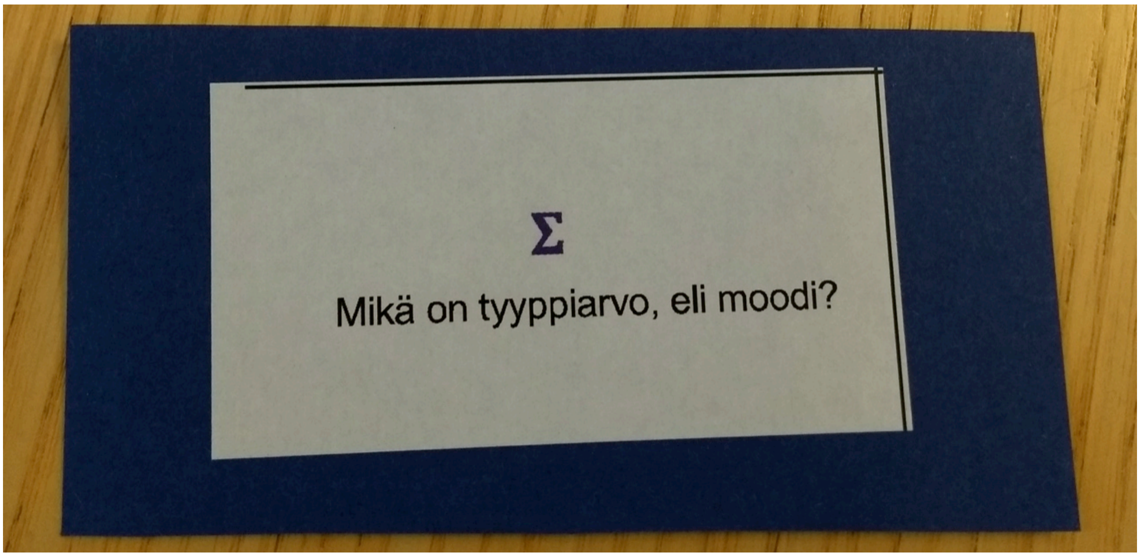
Esimerkki 8. Suorakulmaisen kolmion yksi kulma on 40°. Kuinka suuret ovat kaksi muuta kulmaa? (Ratk. 90 ja 50 astetta)

Kuva 15 Esimerkki: Geometria

Tilastot ja todennäköisyys-kysymykset vastaavat sisällöltään S6 sisältöaluetta, joka pitää sisällään klassisen ja tilastollisen todennäköisyyden laskemista sekä keskiarvon, mediaanin, frekvenssin ja tyyppiarvon käsitteet.

Esimerkki 9. Millä todennäköisyydellä noppaa heittämällä tulee parillinen? (Ratk. Ratk. 3/6 = ½)

Esimerkki 10. Voitko sanoa, että luokalla ainakin joku sai arvosanaksi 8, jos luokan arvosanojen keskiarvo on 8? (Ratk. Et voi. Esimerkiksi arvosanojen 7 ja 9 keskiarvo on 8.)

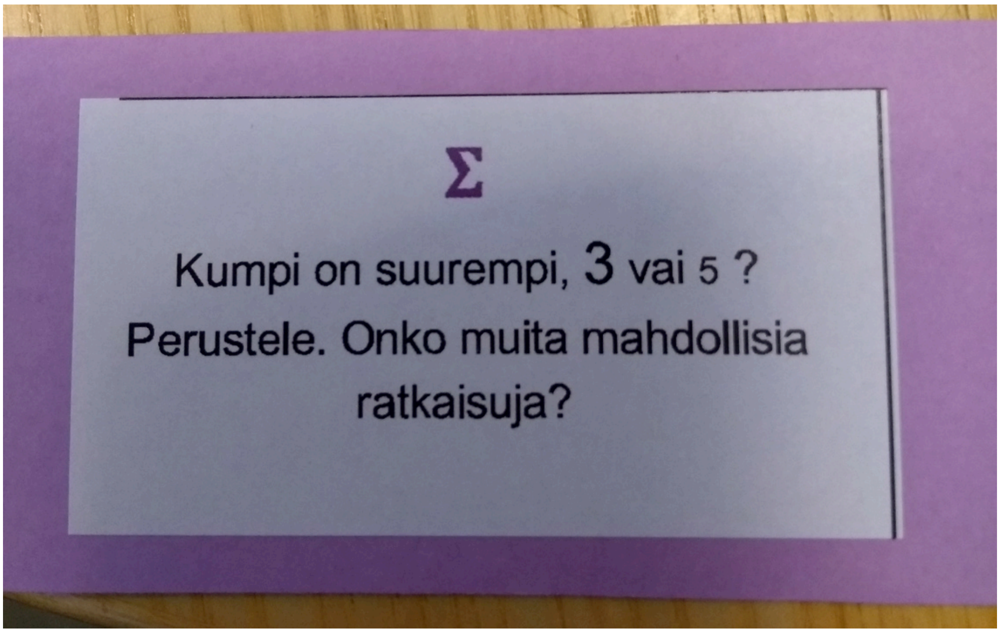


Kuva 16 Esimerkki: Tilastot ja todennäköisyys

Random-kysymyskortit pitävät sisällään kysymyksiä kaikista aihealueista, mutta ovat selkeästi vaativimpia ja sisältävät haastavampia ongelmanratkaisutehtäviä. Tämä aihealue vastaa sisältöaluetta S1 eli ajattelun taidot ja menetelmät. Tämä sisältöalue pitää sisällään päättelykyvyn ja loogisen ajattelun taidot sekä algoritmisen ajattelun.

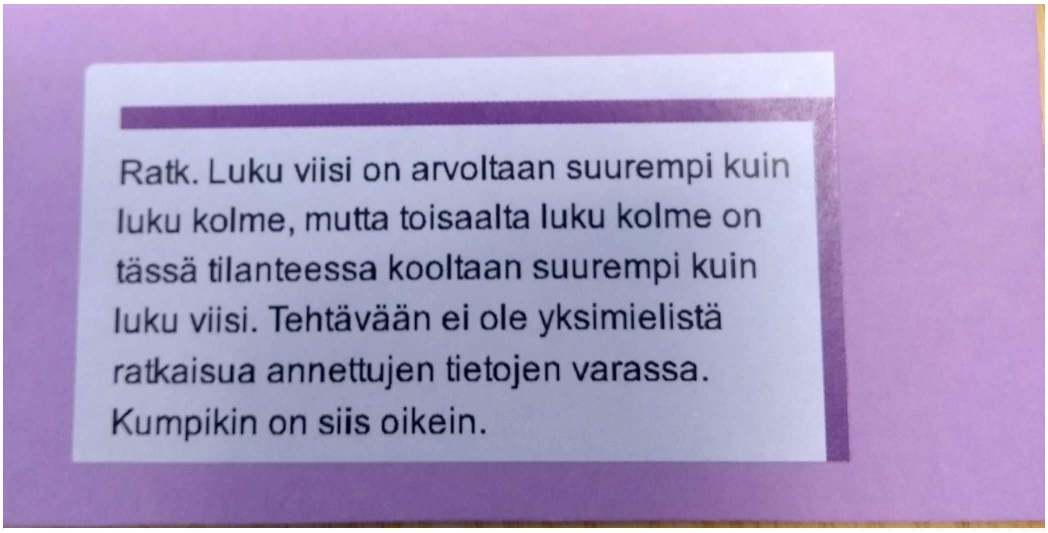
Esimerkki 11. Kuinka monta halkaisijaa voit piirtää ympyrään? (Ratk. Äärettömän monta)

Esimerkki 12. Mies haaksirikkoutuu autiolle saarelle, jossa häntä puree käärme. Selvitäkseen hengissä miehen tulee ottaa TASAN yksi punainen ja yksi vihreä tabletti. Taskussaan hänellä on kaksi vihreää ja kaksi punaista tablettia, mutta harmikseen hän on täysin värisokea. Kuinka hän ratkaisee tilanteen? (Ratk. Hän ottaa puolikkaan kutakin tablettia)



Kuva 17 Esimerkki: Random-kysymys

Kuvassa 17 näkyvä random-kysymys on esimerkki avoimesta ongelmasta (2.7), jossa ongelmaan on monta ratkaisua. Se, ettei kysymykseen ole yhtä oikeaa ratkaisua, voi auttaa matikkapelkoisia (2.5) kohtaamaan matemaattisia tehtäviä. Kuvassa 18 vastaus kysymykseen.



Kuva 18 Esimerkki Random-vastaus

Aihealueiden pohjautuminen opetussuunnitelman mukaisiin tavoitteisiin oli meille pedagogisen oppimispelin suunnittelijoina tärkeää. Kuten kappaleessa 1 todetaan, on oppimispelien kirjo laaja ja usein sisältö on jäänyt pelillisyyden varjoon. Halusimme suunnitella pelin, joka kulkee sisältö edellä, mutta jossa opetukseen tuodaan pelillisyyttä lautapelin muodossa. Tästä syystä näimme paljon vaivaa kattaaksemme mahdollisimman hyvin yläkoulun opetussisällön kysymyskortteihin. Emme halunneet edetä peli edellä, vaan sisältö edellä.

3.4.2 Kysymystyypit

Kysymyskortit on jaoteltu aihealueiden lisäksi vielä kolmeen eri tyyppiin; peruslaskutoimitukset (P), sananselitys (S) ja ongelmatehtäviin (O). Jokainen värikoodattu aihe sisältää siis vielä kolmen eri tyypin kysymyksiä. Peruskysymykset testaavat perusosaamista, päässälaskutaitoa ja kaavojen muistamista. Näitä pelissämme on eniten, koska halusimme pelin toimivan mahdollisimman hyvin opetusta tukevana ja mahdollisesti jo opitun asian kertauksena. Tämä madaltaa myös kynnystä pelin käyttöönottoon opetuksen tukena. Peruslaskujen teettämisen tavoitteena on myös peruslaskutoimitusten siirtyminen pois kuormittamasta työmuistia, jolloin työmuistia vapautuu matemaattiseen ajatteluun. Työmuisti pystyy tutkimusten mukaan käsittämään noin neljä palasta kerrallaan (Cowan 2001), joten työmuistin vapauttaminen syvällisempään ajatteluun on perusteltua. Peruslaskujen kertaaminen siis vahvistaa niiden osaamista, nopeuttaa esimerkiksi kertolaskujen laskemista, jolloin vapautuu tilaa aivojen työmuistista muille asioille, kuten asioiden syvällisemmälle ymmärrykselle.

Esimerkki 1 on peruslaskutoimituksiin liittyvä tehtävä, jossa yksinkertaisesti testataan, osaako oppilas laskea keskiarvon annetusta pienestä otoksesta. Kysymykset olivat tarkoituksella muotoiltu niin, että tehtävistä pitäisi selvitä päässälaskun avulla.

Esimerkki 1 (P): Mikä on arvosanojen 6,8,10 keskiarvo? (Ratk. 8, koska (6+8+10)/3 =8)

Sananselitystehtävien, kuten esimerkissä 2, tarkoitus on saada matikkapuhetta lisää, jolla on todettu olevan yhteys oppimiseen oman ajattelun jäsentymisen kautta (2.6) sekä virhekäsitysten tunnistamiseen (2.8).

Esimerkki 2 (S): Selitä ristikulma (Ratk. Ristikulmat syntyvät kahden suoran leikkauspisteen vastakkaisille puolille. Ristikulmat ovat aina keskenään yhtä suuret.)

Halusimme mukaan ehdottomasti myös ongelmatehtäviä, koska ongelmanratkaisutehtävien on todettu olevan erittäin tärkeitä ja kehittäviä matemaattisen ajattelun kannalta, kuten kappaleessa 2.7 todetaan, ja niitä perusopetuksen opetussuunnitelmassakin korostetaan. Ongelmanratkaisun on todettu vaikuttavan myönteisesti motivaatioon (2.2) ja auttavan matematiikkapelkoisia (2.5). Opetusharjoittelussammekin olemme huomanneet ongelmanratkaisutehtävien vaikuttavan erittäin myönteisesti oppilaiden motivaatioon luokkahuonetilanteessa. Oppilaat innostuvat aivan eri tavalla, kun kyseessä on ongelmatehtävän ratkominen. Esimerkit 3 ja 4 ovat esimerkkejä ongelmanratkaisutehtävistä.

Esimerkki 3 (O): Kaksi miestä menivät joen rannalle. Rannalla oli vene, johon mahtui vain yksi henkilö kerrallaan. Kumpikin miehistä ylitti joen. Miten?

Ratk. Miehet olivat alunperinkin eri puolilla jokea.

Esimerkki 4 (O): Äidin täytyy ylittää vilkas tie Erikin, pizzan ja oreganon kanssa, mutta voi viedä tien yli vain yhden kerrallaan. Jos Erik ja pizza jäävät kaksistaan, Erik syö pizzan, jos pizza ja oregano jäävät kaksi, oregano pilaa pizzan. Miten äidin tulisi toimia?

Ratk. Äiti vie ensiksi pizzan. Tämän jälkeen hän palaa hakemaan Erikin (tai oreganon). Päästyään tien toiselle puolelle hän jättää Erikin (tai oreganon) odottelemaan ja nappaa pizzan mukaan ja palaa hakemaan jäljelle jääneen oreganon (tai Erikin). Tällöin pizza jää odottamaan lähtöpuolelle. Vietyään oreganon (tai Erikin) toiselle puolelle hän palaa vielä hakemaan pizzan mukaansa.

4 Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset

Tutkimukseni tavoitteena oli selvittää, miten kehittämämme matematiikan oppimispeli, Sigma Math, toimii käytännössä ja miten se vastaa siihen asetettuihin odotuksiin. Kehittämämme pelin tarkoitus oli kattaa koko yläkoulun uuden opetussuunnitelman mukainen oppimismäärä matematiikan osalta. Lisäksi tarkoituksemme oli kehittää peli, jolla voisi kertauksen lisäksi myös opettaa uutta asiaa, saada aikaan matematiikkapuhetta ja antaa opettajalle väline tunnistaa oppilaiden virhekäsityksiä. Lisäksi pelin pitäisi tarjota oppilaille mahdollisuus harjoittaa uuden opetussuunnitelman paljon korostamia ongelmanratkaisutaitoja.

Matematiikan opiskelijoina emme olleet varmoja siitä, miten vaikeina pelin kysymykset koetaan. Halusimme suoraa palautetta kohderyhmältä. Lisäksi meitä kiinnosti tietenkin myös se, miten oppilaat ottavat pelin vastaan eli koetaanko se tylsänä vai innostavana. Matematiikan oppimisestahan halutaan hauskaa.

Tärkein tavoite tutkimuksessa oli saada tietoa siitä, miten peliä voisi vielä kehittää. Peliä oli pelattu käytännössä vasta hyvin rajallisella testiryhmällä, joten tämä tieto oli erittäin arvokasta. Tästä syystä kysyimme palautteessa myös kehitysideoita.

Tutkimuskysymykset muotoutuivat luontevasti näistä pelille asetetuista odotuksista ja käytännön toimivuudesta:

1. Koetaanko peli innostavana ja mielenkiintoisena?
2. Miten kysymysten vaikeusaste sopi kohderyhmään, erityisesti random-kysymysten kohdalla?
3. Toimiiko peli opettajalle keinona saada tietoa oppilaiden virhekäsityksistä?
4. Saako peli aikaan matikkapuhetta ja auttaako matikkapuhe käsitteiden ymmärtämisessä?
5. Miten peliä voisi kehittää?

Näihin kysymyksiin etsin vastauksia peluuttamalla peliä kohderyhmään sopivilla oppilailla (7.- 8.- ja 9.-luokkalaisilla) ja keräämällä heiltä sekä heidän opettajiltaan palautetta vastauslomakkeilla pelaamisen jälkeen. Suurin osa kysymyksistä oli asteikkokysymyksiä (asteikolla 1-5). Osa kysymyksistä oli avokenttiä, joilla kysyttiin tarkentavia tietoja tai palautetta pelistä.

5 Tutkimuksen toteutus

5.1 Aineiston koonti

Tutkimus tehtiin Maunulan yhteiskoulussa 7.- 9.luokkalaisille oppilaille. Koulu valikoitui mm. sen perusteella, että halusin testikouluksi sosiaalisesti mahdollisimman monimuotoisen koulun ja Maunula asuinalueena täytti tämän vaatimuksen. Kohdeluokat valikoituivat lähinnä aikataulusyistä. Halusin kuitenkin tutkimukseen mukaan kaikkia luokka-asteita sekä mahdollisimman laajan otannan oppilaiden matematiikan osaamisessa. Harmillisesti tutkimuksen ajankohdan takia monella oppilaalla oli muita menoja tutkimuksen suorittamisen ajankohtana, joten alun perin tarkoituksena ollut testaajamäärä, joka oli 100 oppilasta, supistui 43 oppilaaseen. Tämän seurauksena tutkimukseen osallistui paljon enemmän matemaattisesti lahjakkaita (matematiikkaluokkalaisia) ja paljon vähemmän (7 kpl) heikkoja matematiikan osaajia (matematiikan keskiarvo 6-7). Mielenkiintoisimmaksi ryhmäksi muodostui kuitenkin juuri tuo heikon osaamisen ryhmä.

Tutkimus toteutettiin peluuttamalla lautapeliä yhdeksällä 7.luokkalaisella, kolmellatoista 8.luokkalaisella ja kahdellakymmenelläyhdellä 9.luokkalaisella oppilaalla. Yhteensä lautapeliä testasi ja palautetta antoi 43 oppilasta ja 5 opettajaa. Luokan opettaja toimi havainnoijana ja osallistui peliin ainoastaan arvioimalla sanallisten selitystehtävien vastauksia. Eri luokka-asteita haluttiin testaajiksi sen vuoksi, että pelin on tarkoitus toimia koko yläkoulun ajan uuden asian kertauksena tai opettajana. Varsinainen kohderyhmä on yhdeksäsluokkalaiset, joille peli toimii hyvin koko yläkoulun matematiikan oppimäärän kertauksena.

Oppilaat pelasivat peliä keskimäärin 30 minuuttia lyhyen pelin esittelyn ja sääntöjen käymisen jälkeen. Pelaamisen jälkeen oppilaat täyttivät kyselylomakkeen (liite 1) Opettajille olin laatinut erillisen kyselylomakkeen (liite 2).

7-luokkalaiset pelasivat pelistä versiota, jossa mukana oli vain yhden tai kahden alueen kysymyskortteja. Muut pelasivat peliä kaikilla kysymyskorteilla. Halusin testata molempia versioita pelistä ja tutkia toimiiko molemmat versiot yhtä hyvin.

Kyselylomake oli tarkoituksella lyhyt ja koostui asteikollisista kysymyksistä, koska niihin vastaaminen on nopeaa, eikä yläkouluikäisten keskittyminen välttämättä olisi riittänyt pidemmän lomakkeen vastaamiseen. Tutkimukseen osallistumisen kynnys madaltui näin sekä oppilailta että opettajilta, jotka uhrasivat osan tunneistaan tutkimukselle. Asteikolliset kysymykset olivat myös oletetusti tuttuja yläkouluikäisille, joten lomakkeen täyttämisen opetteluun ei tarvinnut käyttää aikaa. Kysymykset muotoiltiin suoraan tutkimuskysymysten pohjalta ja näiden lisäksi kysyttiin tarkentavia kysymyksiä ja avoimia kysymyksiä lähinnä palautteen ja kehittämisideoiden keruuseen.

5.2 Aineiston analysointi

Aineiston analysointia varten jaoin kysymyslomakkeiden kysymykset tutkimuskysymysten mukaisiin jakoihin. Kyselylomakkeiden tulokset syötettiin taulukkolaskentaohjelmaan, jonka avulla jokaisesta kysymyksestä piirrettiin pylväsdiagrammi kuvaamaan oppilaiden mielipidettä kysytystä asiasta. Mielestäni pylväsdiagrammi kuvasi aineistoa paremmin kuin esimerkiksi pelkkä keskiarvo, koska keskiarvo ei kerro jakauman hajonnasta. Käytin keskiarvoa kuitenkin lisänä, jotta pystyin verrata eri tuloksia keskenään. Vertasin aluksi visuaalisesti tuloksia ja tein johtopäätöksiä eri kysymysten korrelaatioista. Vertasin myös opettajien mielipiteitä oppilaiden mielipiteisiin. Keskiarvojen avulla tein johtopäätöksiä oppilaiden ja opettajien mielipiteistä.

Tämän jälkeen vertasin vielä erikseen heikon osaamisen omaavien vastauksia kaikkien vastauksiin, sillä koin heiden äänensä tärkeäksi tutkimuksen ja pelin jatkokehittelyn kannalta.

Seurasin pelitilanteita sivustakatsojana ja analysoin myös pelaajien reaktioita ja kommentteja. Tulokset on esitetty luvussa 6.

6 Tutkimustulokset ja niiden tulkintaa

6.1 Pelin innostavuus

Ensimmäinen tutkimuskysymys koski pelin innostavuutta ja mielenkiintoisuutta. Oppilaiden vastausten perusteella peli koettiin enimmäkseen kivana tai neutraalina (kaavio 1), jota voidaan pitää hyvänä tuloksena yläkoululaisten matematiikkapelille. Tämä on linjassa opettajien havainnon mukaan, joka oli samalla asteikolla yksimielisesti arvosana 4. Halusin vertailun vuoksi tutkia heikomman matematiikan osaamisen ryhmää erikseen, mutta innostavuudessa ei ollut merkittävää eroa keskiarvon ollessa koko ryhmällä 3,56 ja heikon osaamisen ryhmällä 3,43.

Kaavio 1 Pelin innostavuus

6.2 Kysymysten vaikeusaste

Toinen tutkimuskysymys koski kysymysten vaikeusastetta ja erityisesti kiinnosti oppilaiden ja opettajan mielipide random-kysymyksiin eli vaativampiin ongelmanratkaisukysymyksiin.

Kaavio 2 Random-kysymysten vaikeus

Kaavio 3 Kysymysten vaikeus

Tulosten perusteella voisi sanoa, että kysymyksiä ei pidetty liian vaikeina, vaan juuri sopivina (ka: 2,86). Kaavioista 2 ja 3 nähdään, että arvosanan 5 (todella vaikea) oli antanut vain hyvin pieni joukko. Varsinkin Random-kysymysten kohdalla jakauma painottuu vasemmalle eli Random-kysymyksiä ei keskimäärin koettu vaikeina (ka: 2,65). Hajontaa tosin oli molemmin puolin sekä random-kysymysten, että tavallisten kysymysten kohdalla.

Opettajien mielipide oli hyvin yksimielinen kysymysten vaikeusasteesta. Tavalliset kysymykset koettiin erittäin sopiviksi asteikolla 1 = ei ollenkaan, 5 = todella sopivia (ka: 4,6) ja random-kysymyksetkin hyvin sopiviksi (ka: 4,25).

Heikomman osaamisen oppilaat kokivat niin tavalliset kysymykset (ka: 3,86) kuin random-kysymyksetkin (ka: 3,67) vaikeammiksi kuin muut oppilaat.

Sananselitystehtävät koettiin yllättäen helpommiksi kuin muut kysymykset (ka: 2,65), kuten kuviosta 5 käy ilmi. Taas heikomman osaamisen ryhmä koki sananselitystehtävät vaikeammiksi kuin muut oppilaat keskimäärin (ka: 3,43)

Kaavio 4 Sananselitystehtävien vaikeus

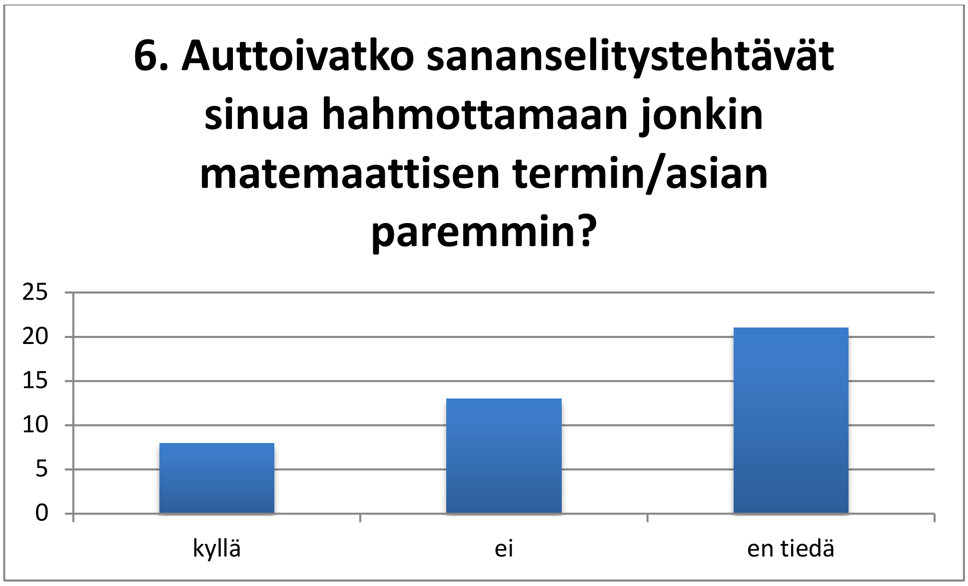
6.3 Virhekäsitykset

Kolmas tutkimuskysymys koski virhekäsityksiä. Halusin tutkia, tarjoaako Sigma Math oppimispeli opettajalle konkreettisen välineen oppilaiden virhekäsitysten tunnistamiseen. Virhekäsitysten tunnistaminen kun on keskeistä hyvän opetuksen mahdollistamiseksi (2.8).

Opettajien kysymyslomakkeen (liite 2) kysymys 5 koski virhekäsitysten tunnistamista. Palautteen mukaan opettajat kokivat saavansa keskimääräisen verran tietoa oppilaiden virhekäsityksistä. Keskiarvo oli 3,4 asteikolla (1-5).

6.4 Matikkapuhe

Neljäs tutkimuskysymys koski matikkapuhetta. Halusin selvittää, saako peli aikaan matikkapuhetta ja toisaalta auttaako matikkapuhe käsitteiden ymmärryksessä. Opettajilta kysyttiin opettajien palautteessa (liite 2) kuinka paljon peli sai aikaan matikkapuhetta. Tuloksen mukaan peli sai aikaan suhteellisen paljon (ka: 4,2) matikkapuhetta. Tämä oli myös oma näkemykseni pelitilanteita sivusta seuranneena. Oli virkistävää kuulla oppilaiden pohtivan käsitteitä ääneen ja punnitsevan toisten vastauksien oikeellisuutta. Varsinkin vastausten tarkistamisessa usein käännyttiin opettajan tai minun puoleen. Oppilaat olivat selvästi epävarmoja käsitteistä puhuessaan.



Kaavio 5 Lisäsivätkö sananselitystehtävät asian ymmärrystä

Kysymys 6 yritti selvittää, auttoiko matikkapuhe käsitteiden ymmärtämisessä. Kysymyksessä 6 kysyttiin auttoivatko sananselitystehtävät jonkin matemaattisen termin hahmottamista. Tähän kysymykseen suurin osa vastasi ”ei” tai ”en tiedä”. Osa vastaajista (n.20 %) kuitenkin vastasi kyllä, jota voidaan pitää hyvänä tuloksena. Oletus ei olekaan, että kaikkien ymmärrys termeistä syvenee.

6.5 Kehitysideoita ja palautetta

Viides tutkimuskysymys koski pelin jatkokehitystä. Halusin saada palautetta siitä, miten peliä voisi vielä kehittää. Palautteessa kysyttiin avoimella kysymyksellä parannusehdotuksia ja/tai kehuja. Palaute oli rohkaisevaa ja kehittävää. Todella moni vastaaja ehdotti parannuksena tiimalasin lisäämistä vastauksien nopeuttamiseksi ja pelin sujuvuuden lisäämiseksi. Lisäksi tuli paljon palautetta, jonka mukaan kysymykset olivat helppoja. Jonkun mielestä kysymykset olivat vaikeita. Eniten tuli kuitenkin kehuja pelistä.

Oppilaiden palautteita:

”Todella hauska peli. Voisi olla joitain haastavampia kysymyksiä ja rajallinen aika vastaamiseen.”

”Tosi kiva peli! Kiinnostava ja haastetta löytyy.”

”Opin paljon pelistä. Jotkut kysymykset oli vaikeita. Ihan hauska peli :)”

”Peliin voisi lisätä tiimalasin ja vaikeita kysymyksiä voisi olla lisää.”

”Kysymykset olivat liian helppoja.”

”tiimalasi”

”Mahtava idea! Enemmän kehitystä pelilautaan ja rataan.”

Opettajien palautteita:

”Yllätyin positiivisesti matikkapuheesta. Sopivia tehtäviä, jotka saivat oppilaat miettimään yhdessä.”

”Sääntöihin voisi lisätä, että oikeasta vastauksesta voi saada uuden heittovuoron esim. 3 kertaa peräkkäin. Maaliin tasaluvulla? Funktiotehtävät olivat aika helppoja.”

”Yllättävän hyvin lähtivät mukaan :)”

"Peli oli toimiva ja oppilaiden oli muista peleistä tuttujen elementtien vuoksi helppo päästä peliin sisään. Hyvä esim. Valtakunnalliseen kokeeseen kertaamiseen."

Palaute oli siis rohkaisevaa ja opettajien palautteen mukaan matikkapuhetta syntyi. Palautteen mukaan peli oli helposti omaksuttavissa, joka olikin ollut tarkoituksemme pelin kehitysvaiheessa. Säännöissä tuntuu olevan vielä jotain epäselvyyksiä, joita pitää tarkentaa.

Pelitilanteita seuranneena palaute oli rohkaisevaa. Varsinkin heikon osaamisen ryhmä lähti aluksi peliin hyvin varauksellisesti. Asenne peliä kohtaan oli ensin jopa hieman pelokas. Selvästi usko omiin kykyihin matematiikassa ja pelissä pärjäämisessä oli alhainen. Pelin edetessä oppilaat saivat kuitenkin vastauksia oikein ja usko omaan osaamiseen selvästi kasvoi. Havaittavissa oli selvästi se, että peli muuttui mielekkäämmäksi, kun siinä rupesi pärjäämään. Tätä oli ilo seurata.

6.6 Yhteenveto

Kaiken kaikkiaan palaute oli rohkaisevaa. Peli koettiin niin oppilaiden kuin opettajienkin osalta innostavaksi, tosin suurin osa vastaajista oli matikkaluokkalaisia. Positiivista kuitenkin oli, että heikon osaamisen ryhmä koki pelin pelaamisen lähes yhtä innostavaksi kuin oppilaat keskimäärin. Kysymykset koettiin osaksi liian helpoiksi. Jopa random-kysymykset koettiin keskimääräistä helpommiksi, vaikka odotin niiden olevan erityisen vaikeita oppilaille. Toisaalta random-kysymykset pitävät sisällään hyvin eritasoisia ongelmakysymyksiä sekä irrallisia kysymyksiä mm. todennäköisyyslaskennasta, avaruusgeometriasta sekä lukuteoriasta. Voi olla, että oppilaille sattui helpompia kysymyksiä pelitilanteisiin.

Heikon osaamisen ryhmä koki kysymykset vaikeammiksi kuin muut. Tämä koski random-kysymyksiä, sananselityskysymyksiä sekä muita kysymyksiä.

Sananselityskysymykset koettiin yllättäen helpommiksi kuin muut kysymykset.

Virhekäsityksistä opettajat eivät saaneet merkittävästi lisätietoa, mutta matikkapuhetta lisääväksi peli koettiin.

Heikon osaamisen ryhmä sai pelistä onnistumisen kokemuksia ja näytti ainakin siltä, että matematiikka ei ollut niin pelottavaa pelin muodossa. Alkuun vastahakoiset oppilaat näyttivät jopa innostuvan matematiikka-aiheisesta pelistä, jota voidaan pitää erittäin positiivisena saavutuksena ja motivaation kannalta rohkaisevana tuloksena.

7 Luotettavuus

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli antaa meille pelin kehittäjinä palautetta siitä, miten olemme onnistuneet pedagogisen pelin suunnittelussa ja toteutuksessa. Pelin testaaminen käytännössä on tärkeä vaihe pelin kehityksen kannalta. Tässä tutkimuksessa testaajia oli vain 43 oppilasta ja 5 opettajaa. Oppilaiden matemaattinen tausta oli hajanainen. Suurin osa oppilaista oli matemaattisesti lahjakkaita, joten tuloksia on vaikea käyttää hyväksi jatkokehityksen kannalta. Siksi halusinkin nostaa esiin heikon osaamisen ryhmän äänen. Koin, että tämä ryhmä edustaa enemmän pelin kohderyhmää. Otos on kylläkin heikon osaamisen ryhmässä vain 7. Tästä ei voida vielä tehdä yleisiä johtopäätöksiä, mutta suuntaa antavia kylläkin.

Opettajien osallistuminen pelitilanteisiin oli harmittavan pientä. Suurimmassa osassa pelitilanteita opettaja keskittyi omiin töihinsä ja kuunteli vain sivukorvalla oppilaiden pelaamista. Koin tämän valitettavaksi, koska opettajilta saattoi mennä ohi tilanteita, joissa oppilaiden virhekäsityksiä olisi tullut esiin. Siitäkin syystä opettajan aktiivinen rooli pelitilanteissa, tai ainakin läheisyys, on tärkeää. Osaksi opettajien osallisuuteen vaikutti varmaankin tutkijan paikallaolo.

Tutkijan paikallaolo saattoi myös vaikuttaa oppilaiden pelitilanteeseen suhtautumiseen ja vastauksiin. Pelitilanne olisi saattanut olla vapautuneempi, jos paikalla olisi ollut ainoastaan tuttuja ihmisiä. Toisaalta palaute, vaikkakin nimetön, saattoi olla suurimmaksi osaksi positiivista tutkijan paikallaolon vuoksi.

8 Pohdintaa

Tässä tapaustutkimuksessa saatiin arvokasta palautetta itse pelistä, sen suunnittelun onnistumisesta ja toimivuudesta käytännössä. Palautteen mukaan peli koettiin innostavana ja voidaan olettaa sen tuovan motivaatiota matematiikan opiskeluun. Pelin pelaaminen saattaa ainakin teorian valossa auttaa matikkapelkoisia (2.5) lähestymään matematiikkaa pelillisyyden (2.1) keinoin ja pyrkii vastaamaan motivaation (2.2) tuomiseen opiskeluun. Peliä seuranneena pienetkin onnistumisen kokemukset koettiin tärkeinä ja pelin mielekkyys kasvoi heti onnistumisten myötä. Osaaminen siis ainakin näytti vaikuttavan asenteisiin. Kentien matematiikan opiskelussakin tärkeintä olisi antaa oppilaille onnistumisen kokemuksia, etteivät asenteet muuttuisi negatiivisiksi ja ettei matikkapelon kehitykselle luotaisi otollista alustaa.

Tutkimusten valossa yläkoulu on kriittinen vaihe matematiikan opiskelun kannalta. Yläkoulussa matematiikan oppimisen kehityksessä tapahtuu laskua (Ryan, Williams 2007), oppilaiden pystyvyys heikkenee ja ahdistus matematiikkaa kohtaan kasvaa (Tuohilampi, Hannula 2013). Lisäksi matikkapelon kehittymiselle oli alakoulun lopusta yläkoulun alkuun kriittinen ajanjakso. Nämä ovat huolestuttavia huomioita ja syitä näihin voi olla useita. Opetussisältö yläkoulussa on vaativampaa. Murrosikä saattaa vaikuttaa koulunkäyntiin, motivaatioon ja asenteisiin. Asenteet olivat seurausta osaamisesta (Tuohilampi, Hannula 2013). Pitäisi siis jollain tavalla saada oppilaille onnistumisen kokemuksia. Tämän tapaustutkimuksen perusteella, vaikkakin hyvin pienellä otannalla, voidaan todeta oppilaiden saaneen onnistumisen kokemuksia. Varsinkin heikon osaamisen omaaville näiden pienten onnistumisten saaminen vaikutti olevan hyvin tärkeää. Ehkä näiden pienten positiivisten kokemusten kautta voidaan vaikuttaa asenteisiin. Jos pelimme tuo hiemankin asenteiden muutosta yläkouluikäisten matematiikan opiskeluun, voimme todeta pelin saavuttaneen tavoitteensa.

Pelillisyys (2.1) voi olla yksi ratkaisu asenteiden muuttamiseen ja motivaation lisäämiseen yläkoulussakin. Kehittämämme peli onnistui ainakin innostavuudellaan tuomaan lisää mielekkyyttä matematiikan tunneille ja toivottavasti sitä kautta vaikuttaa motivaatioon ja osaamiseen (Vettenranta ym. 2015). Ainakin matemaattinen oppimispeli tuo vaihtelua matematiikan tunnille ja antaa hieman erilaisen näkökulman matematiikan opettamiseen.

Koska suurin osa vastaajista oli matikkaluokkalaisia, voidaan olettaa heidän innostuvan helpommin matematiikka-aiheisista pelistä kuin keskimääräinen oppilas. Matikkaluokkalaisten osaaminen on vahvempaa, joten kysymysten vaikeustason sopivuudesta on hankala päätellä mitään heidän vastauksensa perusteella. Lisäksi voidaan olettaa, että matikkaluokkalaisilla on parempi käsitteiden ymmärrys kuin keskimääräisellä oppilaalla, joten heille sananselitystehtävät eivät välttämättä opeta niin paljon käsitteiden ymmärrystä.

Tässä tutkimuksessa ei saatu vahvistusta siitä, että opettaja saisi tietoa oppilaiden virhekäsityksistä peliä peluuttamalla, mutta matikkapuhetta peli lisäsi. Teorian valossa matikkapuhe kuitenkin auttaa jäsentämään oppilaan ajattelua (2.6) ja voisi siksi auttaa myös virhekäsitysten tunnistamisessa. Näyttöä tästä emme kuitenkaan valitettavasti saaneet. Toivoa sopii, että enemmän peliä peluuttamalla opettaja tai oppilas itse saisi tietoa virhekäsityksistäkin.

Merkittävä tulos on kuitenkin mielestäni pelin aikaansaama matikkapuhe. Pitkällä aikavälillä nähtäväksi jää, saako matikkapuhe aikaan myös virhekäsitysten tunnistamisen.

Jatkotutkimuksen kannalta näen merkittävimpänä matikkapuheen ja virhekäsitysten yhteyden tutkimisen. Haluaisin peluuttaa peliä paljon isommalla otoksella, jossa olisi keskimääräisen osaamisen tai heikon osaamisen oppilaita eniten ja tutkia miten pelin pelaaminen vaikuttaa oppilaiden oppimiseen ja opettajan virhekäsitysten huomaamiseen.

Aion jatkossa peluuttaa peliä osana omia oppituntejani opettajana ja kehittää peliä edelleen. Toiveena olisi, että peli jonain päivänä tuottaisi iloa ja oppimisen kokemuksia mahdollisimman monissa kouluissa. Aiomme siis jatkaa pelin ja matikkapuheen viemistä kouluihin edelleenkin.

9 Viitteet

Benbow, Camilla Persson & Aijmand, Olya (1990). Predictors of High Academic Achievement in Mathematics and Science by Mathematically Talented Students: A Longitudinal Study

Cowan, Nelson (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. Behavioral and Brain Sciences 24: 87-185

Haapasalo, Lenni. (2004). Ongelmanratkaisukulttuuri konstruktivismin peruselementtinä. Teoksessa Räsänen, P., Kupari, P., Ahonen, T & Malinen, P. (toim.). Matematiikka – näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen. 2.uudistettu painos. Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti. Sivut: 84-99

Hannula, Markku (2016). Matematiikan ainedidaktiikan luentokalvot, syksy 2016. Helsingin yliopisto, kasvatustieteen laitos

Harviainen,J. Meriläinen, M & Tossavainen, T. (2013). Pelikasvattajan käsikirja, Pelikasvattajan verkosto, http://www.pelipaiva.fi/pelikasvattajankasikirja.pdf luettu 27.03.2017

Joutsenlahti, Jorma (2013). Kielentäminen matematiikan opiskelussa. http://www.joutsenlahti.net/Languaging.pdf (luettu 11.1.2019)

Kansanen, Pertti (2004). Opetuksen käsitemaailma, PS-kustannus

Koskinen, A. Kangas, M. & Krokfors, L. (2014). Oppimispelien tutkimus pedagogisesta näkökulmasta. Teoksessa L. Krokfors, M. Kangas & K. Kopisto (toim.) “Oppiminen pelissä - Pelit, leikillisyys ja leikkisyys opetuksessa”, sivut 23-37. Tampere: Vastapaino

Luma (2016). Kouluväen kokemuksia avoimista ongelmista. https://suomi.luma.fi/blogi/2016/05/20/kouluvaen-kokemuksia-avoimista-ongelmista/ (luettu 12.1.2019)

Mäyrä, Franz (2011). Pelillisyys voi parantaa maailman. Aikalainen 18.2.2011. https://aikalainen.uta.fi/2011/02/18/pelillisyys-voi-parantaa-maailmaa/ luettu 26.1.2018

Newstead, K. (1998). Aspects of children’s mathematics anxiety. Educational Studies in Mathematics 36, sivut 53-71

Pehkonen, E., Pekama, E. & Seppälä, R. (1991). Matemaattinen ongelmanrat-kaisu. Tehtäviä peruskoulun ja lukion matematiikan opetukseen. MAOL ry:n jul-kaisusarja 26. Forssa. MFKA-Kustannus

Pólya, G (1948). How to solve it? A new aspect of mathematical method. 5.painos Princeton Univercity Press

POPS. (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Helsinki: Opetushallitus. Noudettu osoitteesta http://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf

Ramani, G. & Siegler, S. (2008), Promoting Broad and Stable Improvements in Low-Income Children’s Numerical Knowledge Through Playing Number Board Games, Child Development, March/April 2008, Volyme 79, Number 2, sivut 375-394
http://drum.lib.umd.edu/bitstream/handle/1903/10061/ Rama-ni%20%26%20Siegler,%202008.pdf ?sequence=1&isAl lowed=y (luettu 27.3.2017 ja 12.1.2018)

Ryan, Julie & Williams, Julian (2007). Children's Mathematics 4-15 : Learning From Errors And Misconceptions, McGraw-Hill Education, sivut 1-18. ProQuest Ebook Central, https://ebookcentral.proquest.com/lib/helsinki-ebooks/detail.action?docID=316320.

Sadler, Philip M & Sonnert, Gerhard. (2016): Understanding Misconceptions, Teaching and Learning in Middle School Physical Science, American educator, spring 2016, sivut 26-32

Sivén, Maria & Nieminen, Liisa (2017). OTT-tutkielma, Lautapeli matematiikan opetukseen.

Tobias, S. (1990). Math Mental Health. Going beyond Math Anxiety. Collage Teaching 39

Tuohilampi, Laura. & Hannula, Markku. (2013), Matematiikkaan liittyvien asenteiden kehitys sekä asenteiden ja osaamisen välinen vuorovaikutus 3., 6. ja 9. luokalla. Teoksessa J. Metsämuuronen (toim.) Perusopetuksen matematiikan oppimistulosten pitkittäisarviointi vuosina 2005-2012. Opetushallitus. Koulutuksen seurantaraportit 2013:4, sivut 231–253. http://www.oph.fi/download/150841_Perusopetuksen_matematiikan _oppimistulosten_pitkittaisarviointi_vuosina_2005.pdf (Luettu 26.3.2017 ja 20.2.2018)

Vesterinen, Olli & Mylläri, Jarkko (2014). Peleistä pelillisyyteen. Teoksessa L. Krokfors, M. Kangas & K. Kopisto (toim.) "Oppiminen pelissä - Pelit, leikillisyys ja leikkisyys opetuksessa" sivut 23-37. Tampere: Vastapaino

Vettenranta, Välijärvi, Ahonen, Hautamäki, Hiltunen ja muut. Pisa 15 Ensituloksia. Huipulla pudotuksesta huolimatta. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2016:41
http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79052/okm41.pdf, luettu 27.3.2017

Liitteet

Liite 1 Oppilaan palautelomake

Sigma Math - palaute

Koulu: Luokka: Nimi:

Päivämäärä:

*Required

1. **Asteikolla (1-5), kuinka kivaa pelaaminen mielestäsi oli? ***
   Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
oli mälsää	◯	◯	◯	◯	◯	oli kivaa

2. **Opitko jotain uutta? ***
   Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
en mitään	◯	◯	◯	◯	◯	opin paljon

3. **Oliko random (lila) kysymykset mielestäsi vaikeita? (Jätä tyhjäksi, jos pelissä ei vastattu randomiin)**
   Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ei ollenkaan	◯	◯	◯	◯	◯	todella vaikea

4. **Kuinka vaikeita muut kysymykset mielestäsi olivat? ***
   Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ei ollenkaan	◯	◯	◯	◯	◯	todella vaikeita

5. **Oliko sananselitystehtävät mielestäsi vaikeita? ***
   Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ei ollenkaan	◯	◯	◯	◯	◯	todella vaikeita

6. **Auttoiko sananselitystehtävät sinua hahmottamaan jonkin matematiikan termin/asian paremmin?** *

Mark only one oval.

- kyllä
- ei
- en tiedä

7. **Jos vastasit edelliseen kyllä, niin mikä termi/asia oli kyseessä?**

8. **Toistuivatko samat kysymykset uudelleen? (Vastaa tähän, jos olet pelannut peliä aiemminkin)**

Mark only one oval.

- kyllä häiritsevästi
- jonkin verran
- aika vähän
- ei ollenkaan

9. **Haluaisitko pelata peliä uudestaan?** *

Mark only one oval.

- kyllä
- en
- en tiedä

10. **Vapaa sana. Voit kehua peliä tai antaa parannusehdotuksia. (Mikä toimi, mikä ei toiminut, mikä oli hyvää, mitä parantaisit?)**

Liite 2 Opettajan palautelomake

Sigma Math - opettajan palaute

Koulu ja luokka:
päivämäärä:

*Required

1. **Kuinka innostuneita oppilaat mielestäsi olivat pelistä** *
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ei ollenkaan	◯	◯	◯	◯	◯	paljon

2. **Kuinka paljon peli mielestäsi sai aikaan matikkapuhetta?** *
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ei ollenkaan	◯	◯	◯	◯	◯	paljon

3. **Osasivatko oppilaat mielestäsi vastata kysymyksiin?** *
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ei ollenkaan	◯	◯	◯	◯	◯	todella hyvin

4. **Jos vastasit edelliseen kieltävästi, mitkä kysymykset olivat mielestäsi liian vaikeita?**

____

____

____

____

____

5. **Saitko tietoa oppilaiden virhekäsityksistä seuraamalla peliä?** *
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
en ollenkaan	◯	◯	◯	◯	◯	paljon

6. **Olivatko random (lila) kysymykset mielestäsi sopivia kohderyhmään?** *
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
eivät olenkaan	⬭	⬭	⬭	⬭	⬭	todella sopivia

7. **Jos random kysymykset eivät mielestäsi olleet sopivia, miten muuttaisit niitä?**

8. **Olivatko muut kysymykset mielestäsi sopivia kohderyhmään?** *
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
ei ollenkaan	⬭	⬭	⬭	⬭	⬭	paljon

9. **Riittikö aika mielestäsi hyvin pelin pelaamiseen?** *
Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
huonosti	⬭	⬭	⬭	⬭	⬭	hyvin

10. **Peluuttaisitko peliä uudelleen samoilla oppilailla?** *
Mark only one oval.

- kyllä
- en
- ehkä

11. **Peluuttaisitko peliä jollain toisella ryhmällä?** *
Mark only one oval.

- kyllä
- en
- ehkä

12. **Vapaa sana. Voit kehua peliä tai antaa parannusehdotuksia. (Mikä toimi, mikä ei toiminut, mikä oli hyvää, mitä parantaisit?)**

Liite 3 Oppilaan peliohjeet

ΣMATH - PELIOHJEET ja SÄÄNNÖT

Pelin kuvaus

Pelissä kuljetaan pelilaudalla noppaa heittäen ja eteen tuleviin kysymyksiin vastaten. Tarkoituksena on kerätä kaikki kuusi eriväristä pelimerkkiä vastaamalla oikein kyseisen pelimerkin värisen ruudun kysymykseen. Tällöin vuoro siirtyy seuraavalle joukkueelle. Tämän jälkeen ajautuessaan kyseisen aihealueen ruutuun (kyseinen pelimerkki ansait-tu), tulee pelaajan (/pelaajien) kuitenkin vastata oikein, jotta saa heittää uudelleen nop-paa. Muuten vuoro siirtyy seuraaville.

Kerättyään kaikki eriväriset pelimerkit, ryhmä suuntaa kaikille yhteiseen Sigma -maaliruutuun (tasalukua ei vaadita). Ensimmäinen ryhmä, joka pääsee kaikkien peli-merkkien kanssa maaliin, voittaa pelin.

Pelin aloitus ja kulku
Peli aloitetaan vapaavalintaisesta lähtöruudusta, joita on laudalla neljä kappaletta: pii, prosentti, f(x) ja reaalilukujen joukko R. Aloitusvuoro arvotaan noppaa heittämällä (suu-rimman silmäluvun saanut joukkue aloittaa, ja tämän jälkeen edetään vuoroissa myö-täpäivään).

Tämän jälkeen pelilaudalla kuljetaan oman harkinnan mukaisesti yrittäen saada kaikki kuusi erilaista pelimerkkiä. Kysymysalueet on värikoodattu etenemisruutuihin. Oikealla puolella oleva joukkue toimii kysyjänä, kysymykset luetaan ääneen ja kysymyskorttia saa halutessaan katsoa (joissain kysymyksissä jopa välttämätöntä).

Lisäksi pelilaudalla on etenemiseen vaikuttavia ruutuja. Pelaajien joutuessa kesken pe-liä Sigma ruutuun tai johonkin neljästä lähtöruudusta, valitsevat muut joukkueet tällöin kysyttävän värin. Myös tällöin oikeasta vastauksesta saa pelimerkin (jos kyseinen väri puuttuu).
Laudalla liikkuminen tapahtuu yhden perusnopan silmälukujen mukaisesti.

Aihealueita kysymyksissä on kuusi kappaletta. Kunkin aihealueen ruudut on värikoo-dattuja, ja oikein vastaamalla saa siis kyseisen aihealueen merkin. Kysyjänä toimii aina oikeanpuoleinen joukkue, ja kysymykset luetaan ääneen. Kysymyskortin saa katsotta-vakseen halutessaan.

Aihealueet väreittäin:

- punainen: luvut ja laskutoimitukset
- keltainen: algebra
- oranssi: geometria
- sininen: tilastot ja todennäköisyys
- vihreä: funktiot ja koordinaatisto
- lila: random (sekalaista)

Etenemiseen vaikuttavia ruutuja:

$\varnothing$ menetätte vuoron seuraavalle joukkueelle. Jatkatte seuraavalla kierroksella normaalisti.

π siirtykää suoraan kyseiseen lähtöruutuun

% siirtykää suoraan kyseiseen lähtöruutuun

$f(x)$ siirtykää suoraan kyseiseen lähtöruutuun

$\mathbb{R}$ siirtykää suoraan kyseiseen lähtöruutuun

heittäkää kahta noppaa (normaali + erikoisnoppa)

- Erikoisnopan vaikutus määräytyy normaalinopan silmäluvun mukaan. Nopan silmäluku on erikoisnopan x.

Lautapelissä jakaudutaan oppilasryhmiin. Joukkuepelissä 2-3 hlöä/ryhmä, max. 3 ryhmää/peli, yksilöpelissä max. 5 pelaajaa.

PELI VAIN YHDEN AIHEALUEEN KORTEILLA tai pistepelinä

Kun pelataan vain yhden aihealueen korteilla tai pisteistä, on pelin säännöt muuten kuten edellä, mutta kerätään oikeista vastauksista pisteitä. Peli loppuu opettajan ilmoittamana ajankohtana ja eniten pisteitä kerännyt joukkue voittaa pelin.

Ideaali pelaajamäärä kumpaankin versioon pelistä olisi 2 hlöä/joukkue, 3 joukkueta/peli. Pelin ajankäyttöön varattava aika voisi olla noin 30 min /pelikerta.

Liite 4 Oppilaan peliohjeet ruotsiksi

ΣMATH - SPELINSTRUKTIONER och REGLER

Vad spelet går ut på

I spelet rör man sig på spelbrädan genom att kasta tärning och genom att svara på emot kommande frågor. Spelets mål är att samla alla sex olika färgers poängpjäser genom att svara rätt på frågan i rutan med motsvarande färg som poängpjäsen. Sedan flyttas turen till nästa grupp. Ifall man går in på ifrågavarande ruta vars poängpjäs redan är intjänad bör spelaren (/spelarna) svara rätt, så spelaren(/spelarna) får kasta tärningen en gång till. Annars flyttas turen till följande.

Då alla poängpjäser av olik färg är samlade, riktar sig gruppen mot Sigma-målfältet som är gemensam för alla (jämt tal krävs ei). Den första gruppen som tar sig i mål med alla poängpjäser vinner spelet.

Spelets börja och gång

Spelet börjas i valfritt startfält, av vilka det finns fyra stycken; pii, procent, f(x) och reella talens mängd R. Gruppen som börjar lottas ut genom att kasta tärning (gruppen med största tärningstalet börjar och därefter fortsätter spelet i turer medsols)

Efter detta rör man sig på spelbrädan enligt eget omdöme som mål att samla alla sex olika poängpjäser. Fråge kategorierna är färgkodade i fälten på spelbrädan. Gruppen på högra sidan fungerar som frågare, frågorna läses högt och om man så önskar får man även se på frågekortet (nödvändigt i vissa frågor).

Därtill finns det på spelbrädan rutor som påverkar framskridningen. Ifall spelarna hamnar under spelets gång på Sigma-fältet eller på något av de fyra startfälten väljer andra gruppen färgen på frågan. Även nu intjänas en poängpjäs av det rätta svaret (ifall ifrågavarande färg fattas).

Man flyttar sig på spelbrädan enligt den allmänna tärningens ögontal.

Frågorna är uppdelade i sex olika kategorier. Kategoriernas fällt är färgkodade, och genom att svara rätt får man alltså ifrågavarande kategoris poängpjäs. Gruppen på högra sidan fungerar alltid som frågare, och frågorna läses högt. Ifall önskat får man se på frågekortet.

Kategorierna i färg:

- röd: tal och räkneoperationer
- gul: algebra
- orange: geometri
- blå: statistik och sannolikhet
- grön: funktioner och koordinationssystem
- lila: random (blandat)

Fält som påverkar framskridningen

$\varnothing$ Stå över ett kast. Ni fortsätter normalt nästa runda.

π Flytta spelpjäsen direkt till ifrågavarande startfält

% Flytta spelpjäsen direkt till ifrågavarande startfält

$f(x)$ Flytta spelpjäsen direkt till ifrågavarande startfält

$\mathbb{R}$ Flytta spelpjäsen direkt till ifrågavarande startfält

Kasta två tärningar (allmänna + specialtärningen)

- Specialtärningens effekt bestäms enligt allmänna tärningens ögon-tal. Tärningens öggontal är specialtärningens x.

I brädspelet indelas eleverna i elevgrupper. I lagspelet 2-3 personer/grupp, max. 3 grupper/spel, i ensamspel max. 5 personer.

SPEL MED KORT AV BARA EN KATEGORI eller som poängspel

Då spelet spelas med kort av bara en kategori eller av poäng är spelets regler som ovan, förutom att gruppen samlar poäng av de rätta svaren. Spelet slutar den tidpunkt läraren meddelat och laget som samlat mest poäng vinner spelet.

Idealisk mängd spelare till bägge versionerna av spelet är 2 pers/lag, 3 lag/spel. För spelet kunde man reservera 30min/ spel.

Liite 5 Opettajan ohje

ΣMATH - OPETTAJAN OHJEET

Lautapelissä jakaudutaan oppilasryhmiin. Joukkuepelissä 2-3 hlöä/ryhmä, max. 3 ryhmää/peli, yksilöpelissä max. 5 pelaajaa. Peliä voi pelata kahdella eri tavalla.

Tapa 1. Kertauspeli kaikilla korteilla

Pelissä kuljetaan pelilaudalla noppaa heittäen ja eteen tuleviin kysymyksiin vastaten. Tarkoituksena on kerätä kaikki kuusi eriväristä pelimerkkiä vastaamalla oikein kyseisen pelimerkin värisen ruudun kysymykseen. Tällöin vuoro siirtyy seuraavalle joukkueelle. Tämän jälkeen ajautuessaan kyseisen aihealueen ruutuun (kyseinen pelimerkki ansaittu), tulee pelaajan (/pelaajien) kuitenkin vastata oikein, jotta saa heittää uudelleen noppaa. Muuten vuoro siirtyy seuraaville.

Kerättyään kaikki eriväriset pelimerkit, ryhmä suuntaa kaikille yhteiseen Sigma -maaliruutuun (tasalukua ei vaadita). Ensimmäinen ryhmä, joka pääsee kaikkien pelimerkkien kanssa maaliin, voittaa pelin.

Tapa 2. Pistepeli yhden tai useamman aihealueen korteilla

Kun pelataan vain yhden aihealueen korteilla tai pisteistä on pelin säännöt muuten kuten edellä, mutta tällöin kerätään oikeista vastauksista pisteitä. Kysymyksiä kysytään ja pisteitä voi ansaita vain pelissä mukana olevien kysymyskorttien värisissä ruuduissa. Muun värisissä ruuduissa vuoro siirtyy seuraavalle joukkueelle.

Peli loppuu opettajan ilmoittamana ajankohtana ja eniten pisteitä kerännyt joukkue voittaa pelin.

Aihealueetväreittäin:

- punainen: luvut ja laskutoimitukset
- keltainen: algebra
- oranssi: geometria
- sininen: tilastot ja todennäköisyys
- vihreä: funktiot ja koordinaatisto
- lila: random (sekalaista)

Opettajan rooli
Opettaja ensisijaisesti ohjeistaa, suorittaa formatiivista ja diagnostista arviointia kuuntelemalla oppilaiden puhetta, tekee mahdollisia korjausliikkeitä opetuksessaan, kykenee kuulemansa perusteella yksilöimään opetusta oppilaskohtaisemmin. Opettaja siis ohjeistaa, arvioi ja kehittää. Toki myös havaitessaan turhautumista, opettaja vinkkaa oppilaille oikeaa suuntaa. Opettaja voi myös halutessaan ohjeistaa oppilaat pelaamaan vain yhden aihealueen korteilla. Tällöin peli toimii juuri opitun asian kertauksena. Opettajan tehtävänä on tällöin ohjeistaa oppilaat nostamaan samanvärisen pelikortin peliruudun väristä riippumatta.

Kysymyskorttien jaottelu:

Luvut ja laskutoimitukset (PUNAINEN)	**kysymykset**
Prosentit	1-9
Potenssilaskuja	10-15
Laskutoimituksia	16-25
Jaollisuus ja tekijöihin jako	26-31
Itseisarvo ja vastaluku	32-40
Murtoluvut	41-49
Algebra (KELTAINEN)	
Yhtälö, tuntematon, muuttuja	50-65
Lukujono	66-69
Potenssin laskukaavat	70-81
Pyöristys ja yksikönmuunnos	82-90
Neliöjuuri	91-94
Geometria (ORANSSI)	
Perustehtäviä	95-112
Ympyrä	113-118
Mittakaava ja yhdenmuotoisuus	119-123
Pythagoras	124-127
Trigonometria	128-131
Avaruusgeometria	132-138
Tilastot ja todennäköisyys (SININEN)	
Tilastot	139-150
Klassinen todennäköisyys	151-160
Tilastollinen todennäköisyys	161-164
Tuloperiaate	165-168
Koordinaatisto ja funktiot (VIHREÄ)	169-200
Random (LILA)	201-224

Liite 6 Opettajan ohje ruotsiksi

ΣMATH- LÄRARENS INSTRUKTIONER

I brädspelet indelas eleverna i elevgrupper. I lagspelet 2-3 spelare/grupp, max. 3 grupper/spel, i ensamspel max. 5 spelare.

Spelet kan spelas på två olika sätt.

Sätt 1. Repetitionspel med alla kort

I spelet rör man sig på spelbrädan genom att kasta tärning och genom att svara på emot kommande frågor. Spelets mål är att samla alla sex olika färgers poängpjäser genom att svara rätt på frågan i fältet med motsvarande färg som poängpjäsen. Sedan flyttas turen till nästa grupp. Ifall man går in på ifrågavaranade fält vars poängpjäs redan är intjänad bör spelaren (/spelarna) svara rätt, så spelaren(/spelarna) får kasta tärningen en gång till. Annars flyttas turen till följande.

Då alla poängpjäser av olik färg är samlade, riktar sig gruppen mot Sigma-målfältet som är gemensam för alla (jämt tal krävs ei). Den första gruppen som tar sig i mål med alla poängpjäser vinner spelet.

Sätt 2. Poängspel med kort av en eller fler kategorier

Då spelet spelas med kort av bara en kategori eller av poäng är spelets regler som ovan, förutom att gruppen samlar poäng av de rätta svaren. Frågor frågas och poäng kan förtjänas endas på fält i den färg som representerar de frågekort som är med i spelet. I andra färgers fält skall man lyfta samma färgs spelkort oavsett av rutans färg.

Spelet slutar den tidpunkt läraren meddelat och laget som samlat mest poäng vinner spelet.

Kategorierna i färg:

- röd: tal och räkneoperationer
- gul: algebra
- orange: geometri
- blå: statistik och sannolikhet
- grön: funktioner och koordinationssystem
- lila: random (blandat)

Lärarens roll

I första hand är lärarens roll att vägleda, utföra formativ och diagnostisk utvärdering genom att lyssna på elevernas tal, göra möjliga korrigeringar i sin undervisning samt kan utgående från det hörda indentifiera undervisningen mer elevspecifikt. Samanfattat vägleder, bedömmer och utvecklar läraren. Även då läraren noterar frustration, tipsar läraren åt det rätta hållet. Läraren kan även ifall önskat vägleda eleverna till att spela endast med kort av en kategori. Då fungerar spelet som repetition av det nyligen lärda ämnet. Lärarens uppgift är då att vägleda eleverna att lyfta samma färgs spelkort oavsett av rutans färg.